

Acta Balneologica

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA BALNEOLOGII I MEDYCYNY FIZYKALNEJ
JOURNAL OF THE POLISH BALNEOLOGY AND PHYSICAL MEDICINE ASSOCIATION

TOM LXII
TOM LXII

NUMER 2 (160)/2020
NUMBER 2 (160)/2020

KWARTALNIK
QUARTERLY

KWIECIEŃ-CZERWIEC
APRIL-JUNE

Szanowni Państwo!

Uprzejmie informujemy, że od 2020 roku opłata za publikację artykułu w czasopiśmie Acta Balneologica wynosi 750 zł plus 23% VAT dla polskich autorów i 150 euro dla zagranicznych. Wydawnictwo wystawia faktury zarówno instytucjom zatrudniającym Autorów i opłacającym druk artykułu, jak i Autorom, którzy sami płacą za swoją publikację.

Jeżeli pierwszym autorem pracy jest osoba z zespołu recenzentów lub Rady Naukowej czasopisma – za druk pracy nie pobieramy opłaty, jeżeli zaś jest kolejnym współautorem – opłata wynosi 500 zł plus 23% VAT (100 euro dla autora zagranicznego).

Jeżeli pierwszym autorem jest członek Polskiego Towarzystwa Balneologii i Medycyny Fizykalnej z udokumentowaną opłaconą składką członkowską za ostatnie 3 lata – praca publikowana jest nieodpłatnie.



Aluna Publishing

Acta Balneologica

REDAKCJA/EDITORIAL BOARD:

prof. Włodzisław Kuliński
– redaktor naczelny/Editor in Chief

**REDAKCJA ZAGRANICZNA/
/FOREIGN EDITOR:**

Walter Karpinski

**REDAKTORZY TEMATYCZNI/
/TOPIC EDITORS:**

dr Hanna Tomczak – rehabilitacja,
balneologia, medycyna fizykalna
dr Jacek Chojnowski – interna,
balneologia, medycyna fizykalna
dr Przemysław Adamczyk – urologia,
balneologia, medycyna fizykalna
dr Alicja Szymańska-Paszczuk –
balneokosmetologia

**REDAKTORZY JĘZYKOWI/
/LANGUAGE EDITORS:**

mgr Agnieszka Rosa
prof. Oleksandr Pułyk

**REDAKTOR STATYSTYCZNY/
/STATISTICAL EDITOR:**

mgr Ewa Guterman

**RADA NAUKOWA/
/SCIENTIFIC BOARD:**

Przewodnicząca/Chairwoman:
prof. Irena Ponikowska, Ciechocinek

Członkowie/Members:

prof. Krzysztof Błazejczyk, Warszawa
prof. Mirosław Boruszczak, Gdańsk
dr hab. Marek Chabior, Szczecin

prof. Grzegorz Cieślak, Bytom
prof. Wojciech Ciężkowski, Wrocław
dr hab. Dariusz Dobrzyński, Warszawa
prof. Andrzej M. Fal, Warszawa
prof. Tomasz Ferenc, Łódź
prof. Wojciech Gruszczyński, Łódź
dr Piotr Kalmus, Bydgoszcz
dr Wojciech Kasprzak, Poznań
prof. Jerzy Kiwerski, Warszawa
prof. Robert Latosiewicz, Białystok
dr Teresa Latour, Poznań
prof. Krzysztof Marczewski, Zamość
prof. Roman Ossowski, Bydgoszcz
prof. Aleksander Ronikier, Warszawa
prof. Włodzimierz Samborski, Poznań
prof. Aleksander Sieroń, Bytom
prof. Anna Straburzyńska-Lupa, Poznań
dr Irena Walecka, Warszawa
prof. Bohdan Wasilewski, Warszawa
prof. Piotr Wiland, Wrocław
prof. Jerzy Woy-Wojciechowski, Warszawa
prof. Zygmunt Zdrojewicz, Wrocław

**MIĘDZYNARODOWA RADA NAUKOWA
/INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD:**

prof. Yuko Agishi, Japan
prof. Tomas Bender, Hungary
prof. Sholpan Bulekbayeva, Kazakhstan
prof. Pedro Cantista, Portugal
prof. Nino Chikhladze, Georgia
prof. Alina V. Chervinskaya, Russia
prof. David Ferson, USA
prof. Antonelle Fioravanti, Italy
prof. Christopher Gutenbrunner, Germany
prof. Giovanni Gurnari, Italy
prof. Shigeko Inokuma, Japan
prof. Zeki Karagulle, Turkey

dr Jan Lidaj, Slovak Republik
prof. Olga Grigorowna Morozowa, Ukraine
dr K'tso Nghargbu, Nigeria
prof. Yoshinori Ohtsuko, Japan
dr hab. Oleksandr Pulyk, Ukraine
prof. Alexander N. Razumov, Russia
prof. Christian Francois Roques, France
prof. Krzysztof Schoeneich, Nigeria
prof. Gabriel Reyes Secades, Cuba
dr hab. Urszula Smorag, Germany
prof. Umberto Solimene, Italy
prof. Olga Surdu, Romania
prof. Sergo I. Tabagari, Georgia
dr Virgaudas Taletavicius, Lithuania
prof. Rosalba Vanni, Italy
dr Khaj Vu, USA

WYDAWCA/PUBLISHER:

Wydawnictwo Aluna
ul. Przesmyckiego 29
05-510 Konstancin Jeziorna
www.actabalneologica.pl

**KOORDYNATOR PROJEKTU/
/PROJECT COORDINATOR:**

MEDDOM PRESS
tel. 604-208-453
barbadom@wp.pl

**OPRACOWANIE GRAFICZNE/
/GRAPHIC DESIGN:**

Piotr Dobrzyński
www.poligrafia.nets.pl

PRENUMERATA/SUBSCRIPTION:

prenumerata@wydawnictwo-aluna.pl

© Copyright by Aluna

Wydanie czasopisma Acta Balneologica w formie papierowej jest wersją pierwotną (referencyjną).
Redakcja wdraża procedurę zabezpieczającą oryginalność publikacji naukowych oraz przestrzega zasad
recenzowania prac zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

SPIS TREŚCI/CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES/PRACE ORYGINALNE

- Włodzisław Kuliński, Aleksandra Dryja
Effects of Treatment at a Medical Resort on the Quality of Life in Patients with Rheumatoid Arthritis
 Wpływ leczenia w szpitalu uzdrowiskowym na jakość życia chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów 77
- Jakub Szewczyk, Katarzyna Polińska-Szewczyk
An Analysis and Comparison of Widely Used Analogue Scales – VAS and Algometry
 Analiza i porównanie powszechnie stosowanych skal analogowych – skala VAS i algometr 82
- Justyna Pawlak, Małgorzata Dudkiewicz, Łukasz Kikowski
Assessment of the Therapeutic Effect of Physiotherapy on Minimizing Imbalances of Geriatric Patients
 Ocena wpływu terapeutycznego fizjoterapii na zminimalizowanie zaburzeń równowagi pacjentów geriatrycznych 86
- Laura Piejko, Kamila Niewolak, Dariusz Fielek, Paula Pecyna, Dariusz Chełminiak, Paweł Zieliński, Karol Kobylarz, Mateusz Grzmiła, Krzysztof Cygoń, Piotr Stanisławski, Michał Kręciwiosł, Anna Polak
Medical Resort Treatment Extended with Modern Feedback Exercises Using Virtual Reality Improve Postural Control in Breast Cancer Survivors. Preliminary Study
 Leczenie uzdrowiskowe poszerzone o nowoczesne ćwiczenia oparte na sprzężeniach zwrotnych wykorzystujących rzeczywistość wirtualną w celu poprawy kontroli posturalnej u kobiet po amputacji piersi w wyniku raka sutka. Badanie wstępne 92

REVIEWS ARTICLES/PRACE POGŁĄDOWE

- Agnieszka Maruszewska, Lech Panasiuk
Water Treadmill Therapy After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament ACL – Case Report
 Terapia w bieżni wodnej po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ACL – studium przypadku 99
- Marta Pacholczyk, Ewelina Dzwonkowska, Tomasz Ferenc
The Role of Epigenetic Mechanisms in the Development of Obesity
 Rola mechanizmów epigenetycznych w rozwoju otyłości 103
- Antoni Stadnicki, Izabela Stadnicka, Michał Szczerba, K'tso Nghargbu
Chronic Venous Insufficiency and Post-thrombotic Syndrome; Approach to Management and Health Resort Treatment
 Przewlekła niewydolność żylna i zespół pozakrzepowy; postępowanie oraz leczenie uzdrowiskowe 109
- Patrycja Gierszon, Agata Stachura, Magdalena Paziewska, Marzena Samardakiewicz, Marzena Furtak-Niczyporuk
Physical Activity in Women with Breast Cancer and Those After Mastectomy
 Aktywność fizyczna u kobiet z rakiem sutka i po mastektomii 114
- Anna Zduńska, Sebastian Zduński, Katarzyna Nowicka, Agnieszka Rudnicka
Balneoterapia i fizjoterapia w przewlekłych zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Przegląd aktualnego piśmiennictwa
 Balneotherapy and Physiotherapy in Chronic Pain Syndrome of the Lumbosacral Spine. Review of the literature 119
- Mateusz Bartczyk, Andrzej Suchanowski, Marta Woldańska-Okońska
Relacje między stymulacjami wibracyjnymi, a zmiennością motoryki człowieka
 Relations Between Vibratory Stimulations and the Variability of Human Motor Skills 127
- Tradycje Polskiego Towarzystwa Balneologii** 133
- Wyciąg z Regulaminu publikowania prac w czasopiśmie Acta Balneologica** 135

Czasopismo
jest indeksowane w **MNiSW** – 20 pkt.,
w **bazie ESCI (Web of Science), EBSCO,**
Index Copernicus
oraz w
Polskiej Bibliografii
Lekarskiej,
Bibliografii Geografii Polskiej

Cena rocznej prenumeraty Acta Balneologica (4 kolejne wydania) – 60 zł dla członków Towarzystwa i studentów, 100 zł dla instytucji i osób niebędących członkami Towarzystwa. Odpowiednią kwotę należy wpłacać na konto:

Credit Agricole 82 1940 1076 3010 7407 0000 0000

Wydawnictwo Aluna
ul. Przesmyckiego 29
05-510 Konstancin Jeziorna
www.actabalneologica.eu

**Zamówienie można
również złożyć:**

e-mailem: prenumerata@wydawnictwo-aluna.pl
listownie: Wydawnictwo Aluna
ul. Przesmyckiego 29
05-510 Konstancin Jeziorna
www.actabalneologica.eu

Polskie Stowarzyszenie Pacjentów Uzdrowiskowych

Z inicjatywy Pani Profesor Ireny Ponikowskiej w 2019 roku powstało Polskie Stowarzyszenie Pacjentów Uzdrowiskowych (PSPU). Celem Stowarzyszenia jest m.in. integracja pacjentów korzystających z lecznictwa uzdrowiskowego, zwiększenie dostępności do lecznictwa uzdrowiskowego dla osób potrzebujących, poprawa jakości usług świadczonych w sektorze lecznictwa uzdrowiskowego, współpraca z lekarzami i zakładami lecznictwa uzdrowiskowego, edukacja pacjentów.

Każdy członek Stowarzyszenia będzie mógł korzystać ze zniżek w opłatach za pobyt i leczenie m.in. w przypadku pobytów komercyjnych w wybranych zakładach lecznictwa uzdrowiskowego oraz brać udział w organizowanych przez Stowarzyszenie konferencjach, warsztatach, konsultacjach.

Członkami Stowarzyszenia mogą być osoby fizyczne i prawne.

Członkostwo w Stowarzyszeniu dla osób fizycznych jest bezpłatne, osoby prawne mogą zostać członkami wspierającymi.

Zapraszamy do wspólnego działania zarówno pacjentów jak i firmy działające w obszarze medycyny uzdrowiskowej.

**Prosimy o odwiedzenie strony Stowarzyszenia www.uzdrowikowi.pl,
na której znajdują Państwo więcej informacji oraz deklarację przystąpienia do Stowarzyszenia.**

Zarząd Polskiego Stowarzyszenia Pacjentów Uzdrowiskowych

Effects of Treatment at a Medical Resort on the Quality of Life in Patients with Rheumatoid Arthritis

Wpływ leczenia w szpitalu uzdrowiskowym na jakość życia chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów

DOI: 10.36740/ABAL202002101

Włodzisław Kuliński^{1,2}, Aleksandra Dryja¹¹Collegium Medicum, Jan Kochanowski University, Kielce, Poland²Department of Rehabilitation, Military Institute of Medicine, Warsaw, Poland

SUMMARY

Introduction: Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic inflammatory disease of the connective tissue that damages articular and periarticular tissue and leads to the development of permanent deformities and disability.

Aim: To assess the quality of life of rheumatoid arthritis patients after treatment at a medical resort.

Material and Methods: The study assessed 30 patients with rheumatoid arthritis treated at a medical hospital in Busko-Zdrój. The study group consisted of 18 women and 12 men over the age of 50 years. The patients underwent sulphide/hydrogen sulphide baths and physical therapy procedures. The data collected in the study was statistically analysed using Excel; calculations were performed with the SPSS Statistica 21.0 software. A chi-squared test was used to assess statistical correlations between variables.

Results: After spa hospital treatment, all patients reported reduced pain, improved well-being, reduced duration of morning joint stiffness, and improved independence; the pain-free walking distance markedly increased. The treatment had a beneficial influence on the quality of life of study patients.

Conclusions: 1. Rheumatoid arthritis is a difficult clinical and social problem. 2. The balneotherapy and physical therapy used in the study reduced the duration of morning joint stiffness and pain experienced by the patients. 3. The balneotherapy and physical therapy used in the study had a positive effect on the ability to ambulate, increasing the pain-free walking distance, and improving the quality of life.

Key words: rheumatoid arthritis, treatment, quality of life

STRESZCZENIE

Wstęp: Reumatoidalne zapalenie stawów (RZS) jest to przewlekła choroba zapalna tkanki łącznej, która prowadzi do niszczenia tkanek stawowych oraz okołostawowych i doprowadza do trwałych deformacji, niepełnosprawności oraz kalectwa.

Cel: Ocena jakości życia pacjentów z reumatoidalnym zapaleniem stawów po leczeniu w szpitalu uzdrowiskowym.

Materiał i metody: Badania przeprowadzono wśród 30 chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów leczonych w szpitalu uzdrowiskowym w Busku Zdroju. Grupę stanowiło 18 kobiet i 12 mężczyzn w wieku powyżej 50 roku życia. Chorzy korzystali z kąpeli siarczkowo-siarkowodorowych oraz zabiegów fizykalnych. Uzyskane dane poddano opracowaniu statystycznemu w programie Excel, obliczenia wykonano za pomocą pakietu statystycznego SPSS Statistica 21.0. Do zbadania zależności statystycznej pomiędzy analizowanymi cechami użyto testu chi-kwadrat.

Wyniki: U wszystkich chorych po leczeniu uzdrowiskowym uzyskano zmniejszenie dolegliwości bólowych, poprawę samopoczucia, zmniejszenie czasu trwania sztywności porannej i zwiększenie samodzielności. Dystans bezbólowy marszu po leczeniu znacząco się zwiększył. Leczenie wpłynęło korzystnie na jakość życia chorych.

Wnioski: 1. Reumatoidalne zapalenie stawów jest trudnym problemem klinicznym i społecznym. 2. Zastosowane leczenie balneofizykalne zmniejszyło czas utrzymywania się sztywności porannej oraz dolegliwości bólowych. 3. Postępowanie balneofizykalne wpłynęło pozytywnie na możliwości lokomocyjne chorych powodując zwiększenie bezbólowego dystansu marszu oraz poprawę jakości życia chorych.

Słowa kluczowe: reumatoidalne zapalenie stawów, leczenie, jakość życia

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:77-81

INTRODUCTION

Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic inflammatory disease of the connective tissue that damages articular and periarticular tissue and leads to the development of permanent deformities and disability. Its causes are unknown, but may include hereditary factors, immune system defects, gender (women are three times more likely to be affected than men), infections, and stress. RA is incurable, results in physical disability, and contributes to permanent emotional sequelae for the patient [1-5].

Assessments of the quality of life of RA patients focus on the emotional and social aspects. The most common emotional problems include symptoms of depression, anxiety disorders, increased emotional tension, low mood, and sleep disorders [6-18].

The chronic character of RA, including the associated disability and progressive deformities, often makes patients unable to accept their situation and forces them to depend on others. This results in limitations of social, physical, and mental functioning.

Typical symptoms of RA include pain, stiffness, and symmetrical swelling of the joints in the hands and feet. Joint pain in RA results in irritability, exhaustion, restlessness, and causes patients to focus on their symptoms; patients may withdraw from social life as they feel helpless, powerless, and unable to control their lives [5-10].

The notion of quality of life encompasses three interconnected elements:

- mental factors, i.e. depression, restlessness, well-being,
- physical parameters, i.e. pain and disability,
- social factors, i.e. being able to fulfil social roles.

Pharmacotherapy in RA patients includes mainly disease-modifying drugs and biologicals.

Treatment of RA patients is based on balneotherapy and physical therapy.

The treatment is aimed at reducing and eliminating pain, strengthening weakened and atrophic muscles, reducing existing contractures, increasing ranges of motion, and preventing permanent joint stiffness [19, 20].

A reduced quality of life is the main issue for RA patients and their families; its improvement is one of the priorities of RA treatment.

AIM

The aim of the study was to assess the quality of life of rheumatoid arthritis patients after treatment at a resort hospital.

Was there a change from baseline in pain levels after treatment, and what was the degree of this change?

Did rehabilitation have an effect on morning joint stiffness and the ability to ambulate?

Did the treatment have a beneficial influence on the quality of life?

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in 2018 at the “Zbyszko” medical hospital in Busko-Zdrój. The study group consisted of 30

patients, including 18 women and 12 men. All patients were diagnosed with RA (period III and IV). The patients underwent sulphide/hydrogen sulphide baths and physical therapy procedures, i.e. cryotherapy, low-frequency currents, laser therapy, and kinesiotherapy. The data collected in the study was systematically entered into a specially designed database in Excel. All calculations were performed with the SPSS Statistica 21.0 software. Participation in the study was anonymous and voluntary and the results were subject to descriptive, graphical, and statistical analyses. A chi-squared test and the Wilcoxon test were used to assess statistical correlations between variables.

The largest age group consisted of patients under 60 years of age (Figure 1).

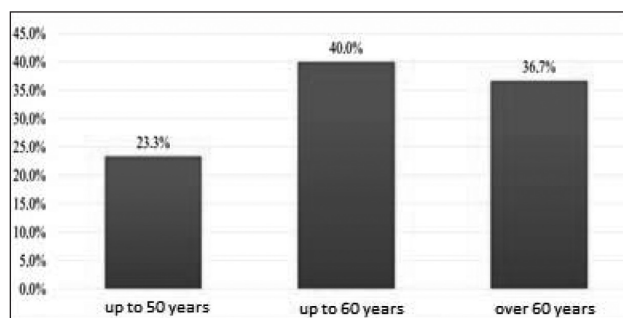


Figure 1. Age of study patients

Rycina 1. Wiek badanych pacjentów

The vast majority of study patients lived in urban areas (Table 1).

Table 1. Place of residence

Tabela 1. Miejsce zamieszkania

Place of residence	Number	%
Village	9	30.0%
Urban area	21	70.0%
Total	30	100.0%

Half the patients described their health as mediocre (50%); only four patients reported poor health (13.3%). The majority of patients (53.3%) believed that their health did not affect the way they spent their free time. According to study patients, the feeling of being needed is the most important factor influencing the quality of life. Only four patients (13.3%) used aids.

Relationships with family members remained unchanged or improved in the majority of study patients (Table 2).

Table 2. Family relationships

Tabela 2. Relacje rodzinne

Did the relationship with your closest relatives change after diagnosis?	Number	%
Improved	10	33.3%
Remained unchanged	17	56.7%
Markedly worsened	3	10.0%

Morning joint stiffness before treatment usually persisted for 2 to 3 hours. After treatment, the vast majority of study patients reported that the duration of morning joint stiffness was approximately 1 hour (Table 3).

Table 3. Duration of morning joint stiffness before and after treatment

Tabela 3. Czas trwania sztywności porannej stawu przed i po leczeniu

What is/was the duration of morning joint stiffness?	Before treatment		After treatment	
	Number	%	Number	%
Approx. 1 h	4	13.3%	19	63.3%
Approx. 2 h	11	36.7%	9	30.0%
Approx. 3 h	11	36.7%	2	6.7%
4 h and more	4	13.3%	0	0%
Total	30	100.0%	30	100.0%

Before treatment, study patients usually reported a pain-free walking distance of 1 to 3 metres; after treatment, the vast majority of study patients were able to walk at least 4 metres without pain (Table 4).

Table 4. Pain-free walking distance before and after treatment

Tabela 4. Odległość chodzenia bez bólu przed i po leczeniu

What is/was the pain-free walking distance?	Before treatment		After treatment	
	Number	%	Number	%
Approx. 1 m	11	36.7%	2	6.7%
Approx. 3 m	16	53.3%	10	33.3%
More than 4 m	3	10.0%	18	60.0%
Total	30	100.0%	30	100.0%

Table 6. Results of the Shapiro-Wilk test

Tabela 6. Wyniki testu Shapiro-Wilka

	N	Z	P	
Pain after treatment in a VAS scale – Pain before treatment in a VAS scale	Negative ranks	22		
	Positive ranks	0		
	Ties	8	-4.155	<0.001
	Total	30		
What is the duration of morning joint stiffness after treatment? – What was the duration of morning joint stiffness before treatment?	Negative ranks	24	-4.170	<0.001
	Positive ranks	2		
	Ties	4		
	Total	30		
What is the pain-free walking distance after treatment? – What was the pain-free walking distance before treatment?	Negative ranks	0	-4.179	<0.001
	Positive ranks	20		
	Ties	10		
	Total	30		

N – number; Z – statistic; p – statistical significance
All these changes were significant ($p < 0.05$).

As a result of the treatment, the vast majority of study patients reported an improvement in their self-assessed health (Table 5).

Table 5. Self-assessed physical ability

Tabela 5. Samoocena sprawności fizycznej

Change in self-assessed physical ability (due to treatment)	Number	%
Worsened	6	20.7%
Unchanged	7	24.1%
Improved	16	55.2%
Total	29	100.0%

ANALYSIS OF THE HYPOTHESES

The therapy conducted in the study resulted in a significant pain reduction, a shorter duration of morning joint stiffness, and an improved ability to ambulate.

The significance level was set at $p=0.05$. The Shapiro-Wilk test was used to determine the distribution of the variables, followed by the Wilcoxon test (Table 6 and 7).

PAIN

Before treatment, half the patients reported pain rated as ≥ 5 points ($Me = 5$); after the procedures, half the patients reported pain rated as ≤ 3 points ($Me = 3$).

MORNING JOINT STIFFNESS

There were 24 cases with lower results (24 negative ranks), meaning that 24 patients reported a shorter duration of morning joint stiffness after treatment.

Table 7. Detailed results of the Shapiro-Wilk test
Tabela 7. Szczegółowe wyniki testu Shapiro-Wilka

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Q25</i>	<i>Me</i>	<i>Q75</i>
Pain before treatment in a VAS scale	5.67	2.22	2.0	10.0	4.0	5.0	7.3
What was the duration of morning joint stiffness before treatment?	2.50	0.90	1.0	4.0	2.0	2.5	3.0
What was the pain-free walking distance before treatment?	1.73	0.64	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0
Pain after treatment in a VAS scale	3.43	1.45	2.0	7.0	2.0	3.0	4.0
What is the duration of morning joint stiffness after treatment?	1.43	0.63	1.0	3.0	1.0	1.0	2.0
What is the pain-free walking distance after treatment?	2.53	0.63	1.0	3.0	2.0	3.0	3.0

M – mean; *SD* – standard deviation; *Min* – minimum value; *Max* – maximum value; *Me* – median; *Q25* – first quartile; *Q75* – third quartile; *p* – significance

CHANGE WITH RESPECT TO AMBULATION

Before treatment, half the patients were able to walk 3 metres or less without pain; after treatment, half the patients were able to easily walk the distance of more than 4 metres without pain. All the changes were statistically significant ($p < 0.05$).

Results of the Wilcoxon test for the walking distance before and after treatment (Figure 2).

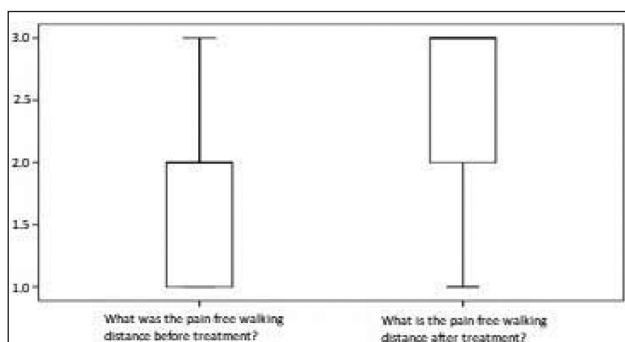


Figure 2. Wilcoxon test change results for walking distance before and after treatment

Rycina 2. Wyniki zmiany testu Wilcoxon dla odległości marszu przed i po zabiegu

Hypothesis: There is a correlation between changes in self-assessed outcomes and being satisfied with one’s quality of life

A new variable was used for the analysis; the variable was developed based on the difference between the answers to the following questions: *How would you rate your physical ability before treatment?* and *How would you rate your physical ability after treatment?*

The analysis was to verify whether a statistically significant correlation existed between the following two variables: *Are you satisfied with your quality of life?* and *Change (due to the treatment) in self-assessed physical ability.*

In order to assess this, Fisher’s test was performed (low expected numbers) (Figure 3).

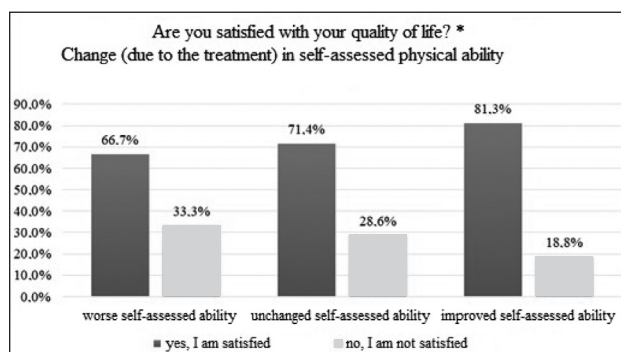


Figure 3. Results of Fisher’s test/Are you satisfied with your quality of life after treatment at a medical hospital?

Rycina 3. Wyniki testu Fishera/Czy jesteś zadowolony ze swojej jakości życia po leczeniu w szpitalu uzdrowiskowym

DISCUSSION

Rheumatoid arthritis (RA) is a progressive inflammatory process affecting the connective tissue, resulting in impaired joint function, joint deformities, progressive disability, and premature death. The highest incidence of RA is reported in the 4th and 5th decade of life [1-5].

A gradually increasing musculoskeletal system impairment is the main typical feature of RA. It is strongly associated with a limited ability to work and with continued rehabilitation and forced adaptation of the patient to the society. RA is a chronic disorder causing many negative emotions and feelings, which translates into a reduced quality of life [6-11].

RA is an incurable condition that results in physical disability and contributes to permanent emotional sequelae.

The study assessed thirty patients (18 women and 12 men) aged 50 to 78 years and diagnosed with rheumatoid arthritis (period III and IV). Study patients underwent treatment at a medical hospital in Busko-Zdrój; the treatment consisted of balneotherapy (sulphide/hydrogen sulphide baths) and physical therapy procedures.

After treatment, all patients showed an outstanding pain reduction, shorter duration of morning joint stiffness, and an increased pain-free walking distance.

Before treatment, a large part of the study group (73.3%) described their physical activity as average; after treatment, 56.7% described it as good.

A comparison of the quality of life before the onset of RA and after RA diagnosis revealed that the vast majority of study patients experienced a decrease in their quality of life.

According to the study conducted by Szafranec R et al. [16], a long duration of RA has a negative effect on disease tolerance, with younger patients with a higher level of education finding it easier to adapt to the functional limitations. Gender and place of residence were not important when it came to accepting the disease.

The results of this study confirmed the efficacy of balneotherapy and physical therapy in RA patients and proved that spa hospital treatment had a beneficial effect on their health and quality of life.

CONCLUSIONS

1. Rheumatoid arthritis is a difficult clinical and social problem.
2. The balneotherapy and physical therapy used in the study reduced the duration of morning joint stiffness and pain experienced by the patients.

The balneotherapy and physical therapy used in the study had a positive effect on the ability to ambulate as they increased the pain-free walking distance and improved the self-assessed outcomes.

References

1. Crola C, Bursi R, Sutera D et al. One year in review 2019: pathogenesis of rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol*. 2019;37(117):3-19.
2. Silvagni E, Di Battista M, Bonifacio AF et al. One year in review 2019: novelties in the treatment of rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol*. 2019;37:519-34.
3. Silvaqi E, Giollo A, Sakellariou G et al. One year in review 2020: novelties in the treatment of rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol*. 2020;38(2):181-194.
4. Ilar A, Gustavsson P, Wiebert P, Alfredsson L. Occupational exposure to organic dusts and risk of developing rheumatoid arthritis: findings from a Swedish population-based case-control study. *RMD Open*. 2019;21(2):1049-1136.
5. Abhishek A, Doherty M, Kuo C et al. Rheumatoid arthritis is getting less frequent-results of a nationwide population-based cohort study. *Rheumatology*. 2017; 56(5):736-744.
6. Matcham F, Rayner L, Steer S, Hotopf M. The prevalence of depression in rheumatoid arthritis. A systematic review and meta-analysis. *Rheumatology*. 2013; 52:2136-2148.
7. Rathbun AM, Reed GW, Harrold LR. The temporal relationship between depression and rheumatoid arthritis disease activity, treatment persistence and response: a systematic review. *Rheumatology*. 2013;52(10):1785-1794.
8. Matcham F, Davies R, Hotopf M et al. The relationship between depression and biologic treatment response in rheumatoid arthritis: an analysis of the British Society for Rheumatology Biologics Register. *Rheumatology*. 2018;57(5):835-843.
9. Senra H, Rogers H, Leibach G et al. Health-related quality of life and depression in a sample of Latin American adults with rheumatoid arthritis. *Int J Rheum Dis*. 2017;20(11):1684-1693.
10. Karahan AY, Kucuk A, Balkarli A et al. Alexithymia, depression, anxiety levels and quality of life in patients with rheumatoid arthritis. *Acta Med Mediterr*. 2016;32(5):1675-1682.
11. Overman C, Bossema ER, van Middendorp H et al. The prospective association between psychological distress and disease activity in rheumatoid arthritis: a multilevel regression analysis. *Ann Rheum Dis*. 2012;71(2):192-197.
12. Fiest KM, Hitchon C, Bernstein CN et al. Systematic review and meta-analysis of interventions for depression and anxiety in persons with rheumatoid arthritis. *Journal of Clinical Rheumatology*. 2017;23:425-434.
13. Margaretten M, Julian L, Katz P, Yelin E. Depression in patients with rheumatoid arthritis: description, causes and mechanisms. *International Journal of Clinical Rheumatology*. 2011;6:617-62.
14. Li N, Chan E, Peterson S. The economic burden of depression among adults with rheumatoid arthritis in the United States. *J Med Econ*. 2019;22:372-378.
15. Pytel A, Wrzosek Z. Ocena stanu wiedzy pacjentów chorych na reumatoidalne zapalenie stawów na temat własnej choroby – badania wstępne. *Adv Clin Exp Med*. 2012;21(3):343-351.
16. Szafranec R, Szczuka E, Pawłowska A. Akceptacja choroby przez pacjentów z reumatoidalnym zapaleniem stawów. *Fizjoter Pol*. 2012;12:39-48.
17. Zhang L, Cai P, Zhu W. Depression has an impact on disease activity and health-related quality of life in rheumatoid arthritis: a systematic review and meta-analysis. *Int J Rheum Dis*. 2020;23(3):285-293.
18. Park D, Kwon Y. Factors affecting quality of life and satisfaction in patients with arthritis after change to a fixed-dose naproxen/esomeprazole combination drug. *Clin Orthop Surg*. 2020;12(1):86-93.
19. Kuliński W. *Physical Therapy in Medical Rehabilitation*. Wydaw. Elsevier Urban Partner. Wrocław. 2012:351-411.
20. Kuliński W. *Balneotherapy in Medical Rehabilitation* Wydaw. Elsevier Urban & Partner. Wrocław. 2012:506-530.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 12.03.2020

Accepted: 18.04.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Włodzisław Kuliński

01-496 Warsaw, Poland

K Miarki 11b St.

phone: +48 22 638 51 34

e-mail wkulinski52@hotmail.com

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0002-6419-4030 – Włodzisław Kuliński (A, C, D, E, F)

– Aleksandra Dryja (B)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

An Analysis and Comparison of Widely Used Analogue Scales – VAS and Algometry

Analiza i porównanie powszechnie stosowanych skal analogowych – skala VAS i algometr

DOI: 10.36740/ABAL202002102

Jakub Szewczyk^{1,2}, Katarzyna Polińska-Szewczyk¹¹Henryk Klimontowicz Specialist Hospital in Gorlice, Poland²State School of Higher Vocational Education, Institute of Physical Education, Nowy Sącz, Poland

SUMMARY

Introduction: Humans have always experienced pain. Pain is defined as an unpleasant sensory and emotional experience which affects the quality of life and disturbs individuals' day-to-day functioning. The instruments of measuring pain that are available nowadays include numeric, visual, analogue visual methods as well as the algometry-based method. Proper pain treatment plans and techniques can only be administered if accurate and correct diagnosis and measurements of pain are made.

Material and Methods: There were 240 low back pain patients involved in the study. They were divided into two groups: 120 of them were treated on an outpatient basis, and the other 120 underwent health resort treatment. Pain measurements were made prior to and after the treatment with the use of the VAS and algometry.

Results: In the study we found that the condition of the patients who received health resort treatment got much better compared to the condition of the patients who received outpatient treatment. As far as the use of the measuring instruments is concerned, no differences were found between the VAS and algometry. There is no statistically significant correlation between the VAS measurements and measuring pain thresholds with the use of algometry.

Key words: VAS, algometer, pain

STRESZCZENIE

Wstęp: Ból towarzyszy człowiekowi od zarania dziejów. Określany jako nieprzyjemne doznanie czuciowe i emocjonalne, znacząco wpływa na jakość życia i zaburza podstawowe funkcjonowanie jednostki. Obecnie dostępne są różnorodne metody pomiaru bólu, z których najogólniej można wyróżnić metody numeryczne, wzrokowe, analogowo-wzrokowe czy metodę wykorzystującą algometrię. Tylko właściwa diagnoza i wykonywanie dokładnych pomiarów pozwala podjąć odpowiednie działania i kroki celem leczenia dolegliwości bólowych.

Materiał i metody: W badaniach własnych wzięło udział 240 pacjentów z bólami dolnego odcinka kręgosłupa. Pacjenci zostali podzieleni na dwie równe grupy: 120 osób było leczonych ambulatoryjnie, a drugie 120 – sanatoryjnie. Dokonano pomiaru odczuwanego bólu przed i po leczeniu z użyciem skali VAS i algometru.

Wyniki: Badania własne ukazały, że pacjenci leczeni w uzdrowisku, uzyskali większą poprawę stanu zdrowia w porównaniu do grupy pacjentów leczonych ambulatoryjnie. Nie wykazano różnic w pomiarach z wykorzystaniem skali VAS i algometru. Nie ma istotnych statystycznie zależności między pomiarami skalą VAS i oceną progę bólu z użyciem algometru.

Słowa kluczowe: skala VAS, algometr, ból

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:82-85

INTRODUCTION

Pain is identified as an unpleasant sensory as well as emotional experience that is associated with real or potential damage of tissue, or it is just described in terms of such damage [1]. According to the definition, pain is not only a somatic symptom

but also an individual's subjective psychological experience. Pain is considered to be one of the most frequent symptoms of different diseases and conditions. Pain is the symptom that health care providers (including physiotherapists) most often face in their medical practice [2, 3]. An acute pain is an

important signal the human body sends – its major function is to warn us against experiences that can harm the body and to protect us from potentially further damage and from the development of changes occurring due to pathologic state [4]. It is worth mentioning that the process involving the perception, transmitting and processing of painful stimuli is called nociception – it protects the human body against factors that pose a potential hazard to tissue. [5].

Pains, which occur in different parts of the body at different times of an individual's life, are an important factor that disturbs regular functioning of the body. It is vital to carry out tests and make measurements to properly assess the intensity of pain in individuals, the aim of which is to give a correct diagnosis and make it possible to come up with a patient's proper and effective treatment plan and most effective ways of coping with pain [6].

The choice of pain measurement method depends on its characteristics, including reliability, accuracy, clinical usefulness and feasibility. In order to accurately assess the pain level reported by a patient it is necessary, while choosing a measurement method, to consider the nature of the pain reported by the patient, the location of the pain, the way it affects the patient's day-to-day performance, how often the pain occurs and how the pain intensity changes, etc. Researchers state there are three main methods used for assessing pain:

- self-report pain scales (e.g. CAS or NRS),
- observation method,
- method based on measuring the changes of physiological factors [7-9].

Most of them can be used in the case of both acute and chronic pain [10].

One of the most popular methods of pain assessment is the VAS (Visual Analog Scale); the VAS measures are considered by specialist to be of low reliability due to the fact that patients' assessment of pain is highly subjective and that they have some difficulties interpreting the scale [11]. Another method used for pain assessment is pressure pain threshold measurement – PPT (pressure pain threshold), which is to be understood as the minimum force applied on tissue that causes pain [12]. The use of an algometer in an examination that makes it possible to (in most researchers' opinion) obtain much more objective pain assessment and pain control (especially in patients with musculoskeletal pains) [13].

When the VAS is used, a patient is asked to mark the intensity of pain they feel on a line of 10 cm, showing scores from 0 to 10. On the scale, 0 means "no pain" and 10 means "the most extreme pain" (according to the individuals being examined).

A Fischer algometer is a simple instrument used for measuring pressure threshold for pain [16, 17], which is defined as the minimum force inducing pain in an individual. The pressure is measured in kilograms per 1cm² of the body. Algometry measures are considered to be a valid and highly reliable way of rating the intensity of pain, thanks to which the investigator is able to accurately assess an individual's health

condition [18, 19]. What is often emphasized (Chesterton), however, is that the most valid and reliable are examinations based on at least three measurements [20]. Research also shows that the pressure pain threshold scores are lower in the case of inactive (or latent) trigger points (compared with the scores obtained for tissue showing no dysfunction). It is also significant that the threshold is statistically lower than in the case of active trigger points measurements (compared to the above mentioned inactive trigger points [21, 22].

MATERIAL AND METHODS

Two hundred and forty patients (both women and men) aged 18 to 80 participated in the study. They were divided into two groups – the outpatient group and the health resort group (either of 120 patients). The patients were treated for lower back pains; the first group of them were rehabilitated on an outpatient basis while the other group were patients who received health resort rehabilitation. Pain was assessed in all the patients with the use of a Fischer algometer and the VAS, both before and after treatment.

Only individuals suffering from lower back pain were eligible. All the patients who participated in the study were previously examined and having been diagnosed with the above mentioned condition, they were all referred to rehabilitation. Those who did not qualify included patients diagnosed with:

- cancer,
- skin disease,
- acute and chronic infectious diseases,
- high grade urinary retention,
- frequent epileptic seizures,
- advanced cardiovascular system disease.

As mentioned above, pain levels were measured with the use of an algometer and the VAS (included in the researchers' original questionnaire).

RESULTS

The aim of the study was to obtain mean pain levels in the two groups of patients: those who were rehabilitated on an outpatient basis and those who received health resort rehabilitation, both before and after treatment. The measurements were made with the VAS and an algometer.

The analysis of the results showed that, in the case of VAS, the mean level of pain before treatment in the outpatient group was 7.25 (SD 1.7); in the health resort group, the mean level of pain before treatment was 8.1 (SD 1.31). After outpatient therapy, the mean level of pain was 3.12 (SD 1.13); after health resort therapy – 2.71 (SD 1.00). The results, however, proved to be statistically irrelevant ($p > 0.05$). Pain threshold assessed with an algometer was 5.2 before treatment and after treatment, it rose to 5.9. As for the assessment of pain with VAS, in the health resort group the mean was 8.1 (SD 1.3) before treatment and 2.71 (SD 1.0) after treatment (Table 1).

It is clear that the results obtained in both assessment methods showed improvement of the patients' health condition, both in the outpatient group and the health resort group. It needs to be emphasised, however, that the VAS reliability is

Table 1. Comparison of pain levels before and after treatment in outpatient and health resort patients**Tabela 1.** Porównanie bólu odczuwanego przed i po zabiegach wśród pacjentów leczonych ambulatoryjnie i sanatoryjnie

Group	Mean Pain Level VAS (SD)		Mean Pain Level (Algometer) (SD)
	Before Treatment	After Treatment	Before Treatment
Outpatient	7.25 (1.1)	3.12 (1.1)	5.2 (0.2)
Health Resort	8.1 (1.3)	2.71 (1.0)	5.2 (0.3)

unsatisfactory due to the patients' subjective pain experience and their different interpretations of the points on the scale. As an electric devise, an algometer can measure pain thresholds in individuals more accurately.

Additionally, no correlation was shown between the measurements performed with the use of the two methods. Similar results were obtained by i.a. Goddard, Karibe and McNeill [23].

DISCUSSION

In the current study, we found that both the VAS and measuring pain thresholds with the use of algometry are reliable ways of assessing patients' pain experience [24, 25].

In most researchers' opinion, it is algometry that is more accurate. This method, however, has some drawbacks: researchers point out that women tend to have significantly higher pain threshold [24, 25].

However, the comparison of the results that were obtained in our study shows that it is also valid to use the VAS in research due to the fact that it is a reliable method of assessing patients pain experience. On the basis of both the VAS and the algometer results, we found that a bigger difference in pain was experienced by the health resort patients: on average, they assessed that the difference in pain level was bigger both before and after treatment; also, they noticed a bigger difference in pain threshold before and after the therapy [26].

CONCLUSIONS

This study let us draw the following conclusions:

Compared to the condition of the patients treated on an outpatient basis, the condition of those who were given health resort treatment got much better as far as pain experience is concerned, measured with both the VAS and algometry.

There are no substantial differences between the two measurement methods, the VAS and algometry.

There is no statistically valid correlation between the pain scores obtained with the VAS and the assessment of pain threshold with an algometer.

References

- Merskey H, Bogduk N. Part III: Pain Terms, A Current List with Definitions and Notes on Usage, Classification of Chronic Pain, Second Edition, IASP Task Force on Taxonomy, IASP Press. Seattle. 1994: 209-214.
- Larysz A, Czaplak K, Copik I. Ból jako piąty parametr życiowy. *Magazyn Pielęgniarki i Położnej*. 2013; 6:40-41.
- Woroń J, Dobrogowski J, Wordliczek J, Kleja J. Leczenie bólu w oparciu o drabinę analgetyczną WHO. *Medycyna po Dyplomie*. 2011; 8(185):52-61.
- Strong JS. Kliniczna ocena i pomiar bólu. [w:] Strong JU. *Ból. Podręcznik dla Terapeutów. OFC Terapia Manualna*. Warszawa. 2008:127-154.
- Kubasik W, Humpa F, Pawlak D. Algometria jako ocena uciskowego proggu bólu. *Gabinet Fizjoterapeutyczny*. 2015;2: 34-37.
- Ślusarska B, Zboina B, Zarzycka D. Pacjent z bólem w pracy pielęgniarki. *Acta Scientifica Academiae Ostroviensis*. 2008;31: 99-114.
- Fischer AA. Pressure threshold meter: Its use for quantification of tender spots. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 1986;67: 836-838.
- Hong CZ. Current research on myofascial trigger points, pathophysiological studies. *Journal of Musculoskeletal Pain*. 1999;7:121-129.
- Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin. J. Pain*. 2007;23:760-766.
- Hong CZ. Algometry in evaluation of trigger points and referred pain. *J. Musculoskeletal Pain*. 1998;6:47-59.
- Goddard G, Karibe H, McNeill C. Reproducibility of visual analog scale (VAS) pain scores to mechanical pressure. *Cranio-The Journal of Craniomandibular Practice*. 2004;22(3):1-11.
- Pelforta X, Torres-Claramuntbc R, Sánchez-Solerb JF, Hinarejosbc P, Leal-Blanquetb J, Valverded D, Monllaubc JC. Pressure algometry is a useful tool to quantify pain in the medial part of the knee: An intra- and inter-reliability study in healthy subjects. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2015; 5(10):559-563.
- Lau WY, Muthalib MM, Nosaka K. Visual analog scale and pressure pain threshold for delayed onset muscle soreness assessment, ECU Publications. Sydney 2013.
- Vanderween L, Oostendorp RAB, Vaes P, Duquet W. Pressure algometry in manual therapy. *Man Ther*. 1996;5:258-265.
- Binderup AY, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Pressure pain sensitivity maps of the neck-shoulder and the low back regions in man and women. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2010;11:234.
- Radziwińska A, Strączyńska A, Weber-Rajek M, Czerniachowska I, Strojek K, Kaźmierczak U, Piekorz Z, Styczyńska H. Oswestry Disability Index (ODI) - metoda oceny skuteczności terapii fizykalnej u pacjentów z zespołami bólowymi kręgosłupa. *Acta Balneologica*. 2017;59(4):310-316.
- Weber-Rajek M, Radziwińska A, Słomiński K, Lulińska-Kuklik E. Ocena skuteczności sonoterapii w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego: badanie pilotażowe. *Acta Balneologica*. 2017;59(2):104-110.
- Kaczor R, Cabak A, Tederko P, Włostowska E, Stanisławska I, Szypuła J, Tomaszewski W. A water rehabilitation program in patients with hip osteoarthritis before and after total hip replacement. *Medical Science Monitor*. 2016;22:2635-2642.
- Cabak A, Mikicin M, Łyp M, Stanisławska I, Kaczor R, Tomaszewski W. Preventive Chair Massage with Algometry to Maintain Psychosomatic Balance in White-Collar Workers. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2017;1022:77-84.
- Dworinik M, Białoszewski D, Kiezbak W, Łyp M. The correlation of selected physical examination findings and the efficacy of physiotherapy for chronic lumbosacral pain. *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja*. 2007;9(3):297-309.

21. Cabak A, Dabrowska-Zimakowska A, Tomaszewski P, Łyp M, Kaczor R, Tomaszewski W, Fijałkowska B, Kotela I. Selected Aspects of Mental Health of Elderly Patients with Chronic Back Pain Treated in Primary Care Centers. *Medical Science Monitor*. 21:3327-3333.
22. Stanisławska I, Mincewicz M, Cabak A, Kaczor R, Łyp M. Epidemiological Aspects of Low Back Pain. *Advances in Experimental Medicine and Biology - Clinical and Experimental Biomedicine*. 2019;6: 47-52.
23. Łyp M, Figeland A, Kaczor R, Łebek G, Wójtowicz S, Stanisławska I. Ocena skuteczności Mobilizacji z Ruchem (MWM) wg Koncepcji Mulligana w leczeniu choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego (ChZSB). Badania pilotażowe. *Acta Balneologica*. 2018;3(153):176-179.
24. Sebastian W, Józefiak-Wójtowicz A, Stolarczyk A, Łyp M, Białoszewski D. The Mechanism of Deep Transverse Massage in Tissue Healing Process. *Acta Balneologica*. 2018;1(151):30-35.
25. Łyp M, Stanisławska I, Pietras P, Cabak A, Nowicka K, Malczewski D. Evaluation of the Effectiveness of Selected Physical Therapy in the Treatment of Lateral and Medial Elbow Joint Entezopathy. *Acta Balneologica*, 2017;4(150):323-327.
26. Kaczor R, Łyp M, Cabak A, Zdrodowska A. Zastosowanie ćwiczeń w wodzie w rehabilitacji pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego. *Fizjoterapia Polska*. 2007;2(4):155-164.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 12.03.2020

Accepted: 07.04.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:**Jakub Szewczyk**

Henryk Klimontowicz Specialist Hospital in Gorlice

Węgierska 21 St.

38-300 Gorlice, Poland

phone: +48 604 996 057

e-mail: szewczykjakub@interia.pl

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0003-0523-583X – Jakub Szewczyk (A, B, C, D, F)

0000-0002-6654-5965 – Katarzyna Polińska-Szewczyk (A, C, D, E)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

*Informacja prasowa***APARATY ORTOPEDYCZNE - MOBILIZACJA USZKODZONYCH STAWÓW**

Artromot® to marka produktów klasy CPM (continuous passive motion) - czyli zmotoryzowanych szyn ruchomych przeznaczonych do ciągłej, biernej mobilizacji stawu kolanowego, biodrowego, skokowego, barkowego, łokciowego, nadgarstka i palców ręki. Prędkość ruchu, jak również stosunek pracy do odpoczynku regulowane są indywidualnie.

Zastosowanie Artromot® jest korzystne w usprawnianiu stawu po różnorodnych zabiegach operacyjnych, jak również w okresie mobilizacji stawu po przebytych leczeniu zachowawczym w opatrunku gipsowym.

Zmotoryzowane aparaty ortopedyczne przeznaczone do mobilizacji uszkodzonych stawów, stosowane są zarówno w okresie przedoperacyjnym jak i wcześniej pooperacyjnym i pourazowym oraz w dalszym przebiegu leczenia rehabilitacyjnego w celu uzyskania jak największego i bezbolesnego zakresu ruchu.

Efekty i korzyści. Terapia CPM przy zastosowaniu aparatów ARTROMOT® służy uniknięciu uszkodzeń związanych z unieruchomieniem, wczesnemu odzyskaniu bezbolesnej ruchomości stawów oraz przyspieszeniu gojenia i uzyskaniu dobrych wyników czynnościowych. Stosowanie powolnego ruchu biernego ciągłego poprawia metabolizm stawów i zapobiega zeszywnieniu stawów, powoduje szybsze gojenie się chrząstki, ścięgien, więzadeł i tkanek miękkich, przyspiesza resorpcję krwiaków i poprawia krążenie limfy i krwi, stanowi profilaktykę zakrzepicy i zatorowości.

Poprawia jego propriocepcję, kształtuje prawidłowe wzorce ruchowe i poprawia funkcjonalną siłę pacjenta.

Dzięki temu skraca pobyt w szpitalu, okres niepełnosprawności zapewnia komfort dzięki terapii domowej,

a sportowcom pozwala na szybszy powrót do treningów.

(www.kalmed.com.pl)

Assessment of the Therapeutic Effect of Physiotherapy on Minimizing Imbalances of Geriatric Patients

Ocena wpływu terapeutycznego fizjoterapii na zminimalizowanie zaburzeń równowagi pacjentów geriatrycznych

DOI: 10.36740/ABAL202002103

Justyna Pawlak¹, Małgorzata Dudkiewicz¹, Łukasz Kikowski²¹Poddębice Health Center, Ltd., Poddębice, Poland²Center for Prevention and Rehabilitation CREATOR, Ltd., Łódź, Poland

SUMMARY

Introduction: The progressing aging process and comorbidities worsen the efficiency of the balance system in the elderly, which leads to a weakening of stability and, as a consequence, to falls and injuries. The first ones lead to: worsening of functioning, reduced mobility, an increased risk of disease and mortality, therefore systematic physical activity and shaping the balance using physiotherapy, which can prevent dangerous falls is very important.

Aim: Assessment of the therapeutic effect of physiotherapy on minimizing imbalances in geriatric patients.

Material and Methods: The study group consisted of 46 people, including 32 women (69.6%) and 14 men (30.4%); average age of respondents – 72.5 years. They were patients of the Department of Rehabilitation of Poddębice Health Center, Ltd. The researchers used a self-made questionnaire, body mass to height index (BMI) and the Tinetti Test.

Results: Patients with an elevated BMI (89.1%), as well as those taking more than 4 medication (78.3%), have had more falls over the past year (respectively 91.4% and 81.4%). After the use of comprehensive therapy, none of the patients achieved a worse result than before the physiotherapy while 91.3% of the respondents had an increase in the number of points scored in the Tinetti Test. The percentage of patients at high risk of falling reduced from 67.4% to 37%. There was also a decrease in the fear of walking (in 58.7%), falling (in 57.7%) and climbing stairs (in 47.9%). According to 78.3% of respondents, physiotherapy positively affected their independence and quality of life.

Conclusions: The use of comprehensive physiotherapy reduces the fear of walking, climbing stairs and falling, which can be a good predictor of prevention. Both polypragmasia and an elevated body mass index (BMI) increase the risk of falling. Comprehensive physiotherapy of geriatric patients helps to improve balance and gait stereotype. Physiotherapy for the elderly helps improve the quality of life, independence, minimize imbalances, and thus reduce the risk of falls. Balance exercises play an important role in preventing falls.

Key words: physiotherapy, balance disorders, geriatrics.

STRESZCZENIE

Wstęp: Postępujący proces starzenia oraz choroby współistniejące pogarszają sprawność systemu równowagi u osób w wieku podeszłym, co prowadzi do osłabienia stabilności, a w konsekwencji do upadków i urazów. Te pierwsze prowadzą do pogorszenia funkcjonowania, zmniejszenia mobilności, zwiększenia chorobowości i śmiertelności, stąd bardzo ważna jest systematyczna aktywność fizyczna oraz kształtowanie równowagi ciała poprzez odpowiednią fizjoterapię, która może zapobiec niebezpiecznym upadkom.

Cel: Ocena wpływu terapeutycznego fizjoterapii na zminimalizowanie zaburzeń równowagi u pacjentów geriatrycznych.

Materiał i metody: Grupę badaną stanowiło 46 osób, w tym 32 kobiety (69,6%) i 14 mężczyzn (30,4%); średnia wieku badanych – 72,5 lat. Byli to pacjenci Oddziału Rehabilitacji Poddębickiego Centrum Zdrowia Sp. z o.o. W badaniach wykorzystano ankietę własnego autorstwa, oznaczenie wskaźnika masy ciała do wzrostu (BMI) oraz Test Tinetti.

Wyniki: U pacjentów z podwyższonym wskaźnikiem BMI (89,1%), jak i u przyjmujących więcej niż 4 leki (78,3%), odnotowano więcej upadków w ciągu ostatniego roku (odpowiednio 91,4% i 81,4%). Po zastosowaniu kompleksowej terapii żadna z osób nie osiągnęła wyniku gorszego niż przed fizjoterapią, natomiast u 91,3% badanych nastąpił wzrost liczby uzyskanych punktów w Teście Tinetti. Procent pacjentów z wysokim ryzykiem upadku zmniejszył się z 67,4% do 37%. Odnotowano również zmniejszenie lęku przed chodzeniem (u 58,7%), upadkiem (u 57,7%) oraz wchodzeniem po schodach (u 47,9%). Według 78,3% badanych fizjoterapia wpłynęła pozytywnie na ich samodzielność i jakość życia.

Wnioski: Zastosowanie kompleksowej fizjoterapii wpływa na zmniejszenie lęku przed chodzeniem, wchodzeniem po schodach oraz upadkiem, co może być dobrym prognostykiem prewencji. Zarówno polipragmatyzacja, jak i podwyższony wskaźnik BMI, wpływają na zwiększenie ryzyka upadku. Kompleksowa fizjoterapia pacjentów geriatrycznych przyczynia się do poprawy równowagi oraz stereotypu chodu. Fizjoterapia osób w podeszłym wieku sprzyja poprawie jakości życia, samodzielności, zminimalizowaniu zaburzeń równowagi, a co za tym idzie zmniejsza ryzyko upadków. W profilaktyce upadków ważną rolę odgrywają ćwiczenia równoważne.

Słowa kluczowe: fizjoterapia, zaburzenia równowagi, geriatryka

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:86-91

INTRODUCTION

The aging process of the population is global, hence the knowledge about how it proceeds and what problems geriatric patients struggle with is necessary for physiotherapy. In the elderly, deterioration of all motor traits can be observed [1]. A decrease in muscle strength is noticeable along with a decrease in the range of joint motion, neuromuscular coordination also deteriorates, flexibility and balance are impaired [2, 3]. With age, gait speed also decreases [1]. As a result of the lack of integration of the functions of the eye and balance, proprioceptors of the musculoskeletal system of the lower limbs, trunk and cervical spine, the balance system fails [1], which results in an increased risk of falls. A common phenomenon is polyopathy, which can lead to peripheral nerves, joints and muscles damage, and its consequence is taking too many drugs at the same time [1].

Balance disorders involve the loss of control over maintaining the center of gravity of the body above the support base [4]. The progressing aging process and concomitant diseases worsen the efficiency of the balance system, which leads to a weakening of stability and, as a consequence, to falls and injuries, hence it is important to shape the body balance by means of balance training used in physiotherapy.

Each time, the rehabilitation program should be selected individually, and its duration should depend on the patient's abilities and body efficiency [5]. Elderly risk factors should be considered in the elderly patient, including cerebral blood supply anomalies (senile vascular lesions), labyrinth disorders, advanced cervical spine degeneration, and additional diseases.

Physical activity at every stage of human life is equally important, however, in the case of old age it has a special meaning, because it significantly affects the quality of life, satisfaction and condition of man. Its forms must depend on the individual's health and their physical fitness [6].

A fall, as defined by the World Health Organization, is an event that caused a person to accidentally find themselves on the ground, floor or other low surface [7]. Older people have the highest risk of death or serious injury resulting from falling, and this risk increases with age [8]. Among the risk factors in geriatrics, the World Health Organization lists: neurological and cardiological diseases, side effects of taking medications, physical inactivity, reduced mobility, imbalances, cognitive functions and vision disorders [7].

In order to avoid future falls, it is important to implement preventive measures [9, 10]. Education should be widespread, as well as making geriatric patients aware of the importance of the problem of falls and their consequences.

AIM

The aim of the study was to assess the therapeutic effect of physiotherapy on minimizing imbalances in geriatric patients.

MATERIAL AND METHODS

The study group consisted of 46 people, including 32 women (69.6%) and 14 men (30.4%); average age of respondents – 72.5 years. They were patients of the Rehabilitation Department of Poddębice Health Center, Ltd. in Poddębice.

Inclusion criterion: age over 60, verbal and logical contact, ability to move independently with or without orthopedic equipment.

Exclusion criteria: the presence of mental disorders, the occurrence of labyrinth disorders, the patient's refusal to continue the examination at any stage.

The study uses research tools in the form of: our own survey, body mass to height index (BMI) and the Tinetti Test.

The survey consisted of 18 evaluation questions, among others: the occurrence of chronic diseases, the number of medications taken, the level of physical activity, the subjective impact of physiotherapy on balance disorders, patient gait and independence.

The BMI was calculated on the basis of the height and weight of the respondents according to the formula – weight in kilograms divided by height in meters squared (kg/m^2) [11].

The Tinetti test (Performance-Oriented Mobility Assessment – POMA) [12] is used to assess the balance, gait and risk of falls in the elderly. The test consists of 16 tasks, including 9 for assessing the balance of various activities and 7 gait assessors. The assessment is carried out on a scale of 0 to 2, where 0 was the lowest score and 2 the highest. In the balance test, the patient can score the maximum of 16 points, in the gait test 12 (total of 28 points). Getting less than 19 means a high risk of falling for a person, over 24 points indicates low or no risk of falling.

The results were recorded before and after the therapy. The test was performed in the morning and lasted about 15 minutes.

The study group underwent physiotherapeutic procedures from Monday to Saturday, with each patient having five treatments a day. Due to the multiple morbidity and the presence of complex involution changes, the plan to improve the subjects was selected individually according to medical indications. The physiotherapy program used medical procedures both in the field of physical therapy (laser and low-frequency pulsed magnetic field) and kinesitherapy, including: balance exercises, active exercises, pool exercises, individual exercises, and gait coordination. The procedures were performed mainly on the lower limbs and the cervical and lumbar spine.

RESULTS

In the study group, as many as 97.8% (45 people) had chronic diseases, including most often hypertension (30 patients – 65.2%), degenerative diseases (20 patients – 43.5%), diabetes (8 study participants – 17.4%), ischemic heart disease (7 people – 15.2%), hypothyroidism (6 subjects – 13%), arrhythmia (4 patients – 8.7%), hemiparesis (4 study participants – 8.7%), depression (3 people – 6.5%), atherosclerosis (3 respondents – 6.5%).

Multiple morbidity was accompanied by drug abuse, as many as 35 patients (76%) took 4 or more of them. Most people (34 study participants – 73.9%) declared participation in various forms of physical activity, including: walking (13 people – 38.2%), exercises (10 respondents – 29.4%), cycling (8 patients – 23.5%), nordic walking (3 participants – 8.8%), cross trainer (3 people – 8.8%). Gym, walking and tennis were much less popular (1 patient each – 3%).

Among the respondents: 30 (65.2%) reported dizziness, 36 study participants (78.3%) survived the fall over the past year, including 32 (69.6%) injured. Over 50% of people (19) who have experienced a fall reported more than one incident. The most frequent injuries suffered were: fractures (19 patients – 52.8%), bruises (6 subjects – 16.7%) and sprains (5 participants – 13.9%).

The analysis of the data showed that the more physiotherapeutic procedures the patient underwent during the year, the less often he or she fell.

The research shows that after a series of physiotherapeutic procedures for a significant group of people – 27 (58.7%) – the fear of walking and falling decreased, while for 22 (47.9%) – the one of climbing stairs [Figure 1].

According to 36 study participants (78.3%), physiotherapy had a positive effect on their independence and quality of life.

Only 5 people (10.9%) had normalweight (BMI <25), overweight occurred in 23 patients (50%), while obesity criteria (BMI <30) were met by 18 participants (39.1%), including 12 with class 1 obesity, 4 with class 2 obesity and 2 with class 3 obesity.

DEPENDENCIES OBSERVED IN THE SURVEY AMONG SENIORS

The first dependency was between the amount of medication taken and the number of falls. The 36 people (78.3%) who took more than 4 drugs, suffered 57 falls altogether, while in the group of 10 patients (21.7%) who took less than 4 drugs, there were 13 falls in the last year [Table 1].

The second one concerned the relationship between the body mass index (BMI) of the study participants and the

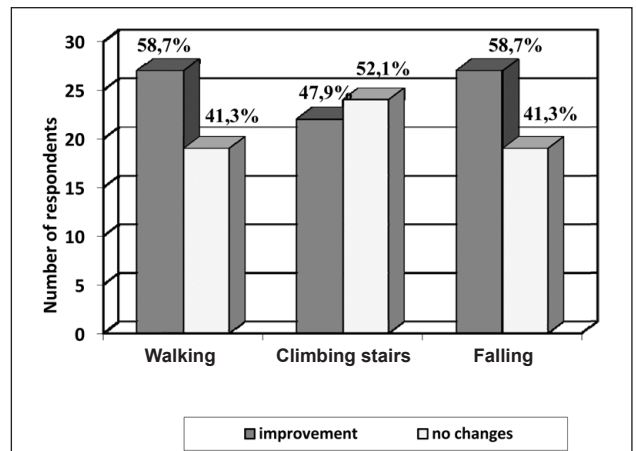


Figure 1. Assessment of the fear of walking, climbing stairs and falling after the physiotherapy

Rycina 1. Ocena odczuwanego lęku przed chodzeniem, wchodzeniem po schodach, upadkiem, po zastosowanej fizjoterapii

number of falls they suffered. Overweight and obese people constituted 89.1% of the study group (41 subjects), there were 64 falls noted among them [Table 2].

Before the physiotherapy, all patients scored below 28 points in the Tinetti test, of which 1 person (2.2%) had a low risk of falling (26 points), while 14 (30.4%) obtained a

Table 1. The relationship between the number of falls and the number of medications taken

Tabela 1. Zależność pomiędzy ilością upadków a ilością przyjmowanych leków

Number of falls	Number of medications taken		Sum
	4 or more	less than 4	
0	6	4	10
1	16	1	17
2	10	3	13
3	2	2	4
5	1		1
10	1		1
Sum	36	10	46

Table 2. The relationship between the BMI and the number of falls in the patients

Tabela 2. Zależność pomiędzy wskaźnikiem BMI a ilością upadków u badanych

Body mass to height index (BMI)	Number of falls						Sum
	0	1	2	3	5	10	
Normal weight (<25)		4	1				5
overweight (<30)	6	6	8	2		1	23
I class obesity (<35)	3	5	2	2			12
II class obesity (<40)	1	1	1		1		4
III class obesity (>40)		1	1				2
Sum	10	17	13	4	1	1	46

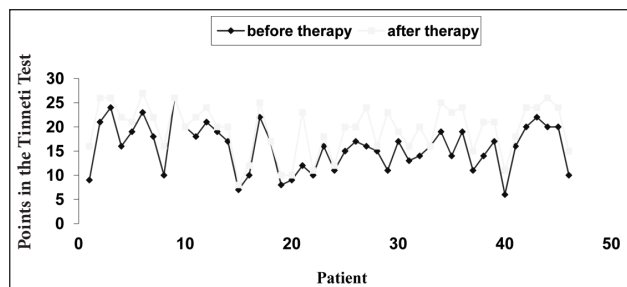


Figure 2. Evaluation of the Tinetti Test results before and after the physiotherapy
Rycina 2. Ocena wyników Testu Tinetti przed i po zastosowanej fizjoterapii

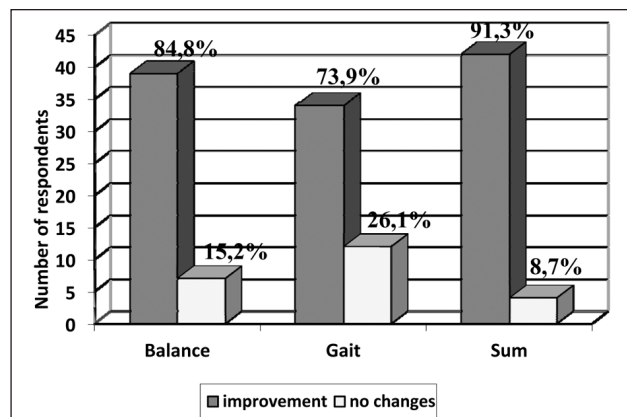


Figure 3. Assessment of balance, gait and both values together according to points scored by the patients in the Tinetti Test after the physiotherapy

Rycina 3. Ocena odczuwanego lęku przed chodzeniem, wchodzeniem po schodach, upadkiem, po zastosowanej fizjoterapii

score of 19 to 24 points, which means that they were prone to falls. 31 study participants (67.4%) scored below 19 points, which places them at high risk.

After the physiotherapy had been applied to the geriatric patients, there was an increase in the number of points obtained. Seven respondents (15.2%) scored between 25 and 27, which indicates low or no risk. There were 22 participants (47.8%) prone to falls (19 – 24 points), 17 people (37%) had a high risk score (below 19 points) [Figure 2].

It is worth noting that after the physiotherapy none of the patients achieved a worse result than before, while as many as 42 subjects (91.3%) reported improvement [Figure 3].

DISCUSSION

Falls are one of many geriatric problems and are the main cause of trauma in the elderly, and their risk increases with age [8, 13-16]. Comprehensive physiotherapy has a positive effect on quality and life expectancy, it also allows seniors to maintain autonomy and independence, and thus contributes to reducing imbalances and the risk of falls [1, 17].

The inclusion of physical therapy in the improvement process contributes to the reduction of pain and inflammation, which results in normalization of muscle tone [18].

In turn, kinesiotherapy should be selected individually and focus on strengthening the lower limbs through balance exercises, learning to walk correctly [19]. Kinesiotherapy programs containing balance, strength, endurance and stretching exercises are the most effective fall prevention [6, 20].

According to Polsenior national surveys [14], every 4th elderly person experiences a fall during a year, and among 80-year-olds, this problem affects 1 in 3 people. Because of their injuries, older people often have to be hospitalized, which unnecessarily generates social costs. The result of repeated falls is a post-collapse syndrome, which leads to: reduced motor activity, depression and anxiety caused by the fear of falling again, resulting in the loss of independence, reduction of home and social functions, and dependence on third parties [20].

Our own research shows that up to 78.26% of respondents survived the fall during the last year, and more than 50% of them reported more than one such incident.

Unlike studies carried out by Ejsmont et al. [9] on a group of 120 people aged 60 – 90 from Białystok, which show that only 35.83% of the respondents fell.

An even smaller percentage (28.3%) of recorded falls was reported by Wierzbicka et al. [21] in a study whose aim was to show to what extent older people are exposed to injuries. The study was conducted on a group of 60 people aged 60 – 81. It can be presumed that the high physical fitness of the respondents protected them from falling.

Nitera-Kowalik et al. [22] proved that improving the balance in seniors is significant in the prevention of falls. The study covered 32 people, aged 50 – 80, referred to a 21-day rehabilitation stay at the 21st Military Health and Rehabilitation Hospital in Busko-Zdrój.

The results of this research have shown that the population of Poddębice seniors is becoming more and more active. Most likely, this is a result of the proximity of Termy Uniejów (geothermal pools) in Uniejów, where balneology treatments are very popular, in particular with the use of brine waters.

Most of the respondents (74%) declared participation in various forms of physical activity, including: walking (38.2%), exercise (29.4%), cycling (23.5%), nordic walking (8.8%), cross trainer (8.8%), less popular were gym, walking, tennis (3% each).

Similarly to the research carried out among the residents of Białystok [9], where walks 74.17%, gymnastics 38.33%, cycling 24.17% were most often indicated. A large number of seniors were aware of the seriousness of the problem and the consequences associated with falls, which was manifested in their use of preventive measures [9].

This research showed that the most common consequences of falls in the subjects were: 41.3% fractures, 13% bruises, and 10.7% sprains.

Ejsmont et al. [9] most often reported bruises 30.23%, fractures 23.26% and muscle soreness 16.28%, while Wierzbicka et al. [21] observed 42.2% sprains, 21% injured, 21% bruises and 15.8% fractures.

The society of the elderly suffers from multiple morbidity, which is associated with the ordination of drugs by various specialists that can interact with each other and adversely affect the body [23]. However, properly selected pharmacotherapy affects the restoration of normal circulation: cerebral, vertebral arteries, lower limbs, which, in turn, can have a positive effect on maintaining balance.

The research at the Rehabilitation Department of Poddebice Health Centre, Ltd. showed that the use of polypharmacotherapy increases the risk of falling.

A similar conclusion was reached by Mazur and Pisany-Syska [16], who assessed the risk factors for falling in 261 patients (age 76.4 ± 7.65) in the Geriatrics Ward of the Upper Silesian Medical Center in Katowice.

In our own research, 10.9% of patients had a normal BMI, 50% were overweight, and 39.1% were obese. The number of falls in respective groups was: 6, 38 and 26.

Kilon et al. [24] demonstrated the impact of BMI on the ability to maintain balance among patients with advanced osteoarthritis of the hip, which indirectly confirms the results of this study, where the elevated BMI increased the risk of falls. It is worth noting that the falls of the elderly are very dangerous and can even be fatal.

After applying comprehensive physiotherapy, patients had an increase in the number of points scored in the Tinetti Test. On this basis, it can be concluded that kinesitherapy definitely improves gait quality and a sense of balance in elderly patients.

Similar conclusions were reached by Halat et al. [1] in studies conducted on 30 randomly selected seniors (average age 70 years) with balance disorders, staying at the Care and Therapeutic Center in Legnica. Based on the Tinetti Test, they observed an increase in the number of points in the study group, who were subjected to kinesitherapy for 3 months, and a decrease in physical fitness in the control group, who did not perform general rehabilitation exercises.

Agnieszka Nitera-Kowalik et al. [25], on the basis of an analysis of balance tests, including the Tinetti Test, confirmed that a 3-week balance training reduced the risk of falling in all 30 elderly people tested (average age 72 ± 7.3 years).

A meta-analysis by Lee and Kim [10] shows that kinesitherapy has a prophylactic effect on the frequency of falls, this effect was stronger if the exercises were combined with other fall prevention interventions, then the frequency of falls and number of people who suffered decreased.

The literature on this subject is still modest, and the idea for the research arose as a result of our own experience and the need to collect more data in this area.

The conclusions from this study seem to provide arguments for the use of an appropriate physiotherapy program aimed at minimizing imbalances in geriatric patients.

This work does not fully cover the issues raised. However, it is another observation about a specific group – geriatric patients with imbalances. Further research with more participants seems necessary.

CONCLUSIONS

The use of comprehensive physiotherapy reduces the fear of walking, climbing stairs and falling, which can be a good predictor of prevention.

Both polypragmasia and an elevated BMI increase the risk of falling.

Comprehensive physiotherapy of geriatric patients helps to improve balance and gait stereotype.

Physiotherapy for the elderly helps improve the quality of life, independence, minimize imbalances, and thus reduce the risk of falls. Balance exercises play an important role in preventing falls.

References

- Halat B, Brudz D, Milewicz K, Pop T, Śliwiński Z. Wpływ ćwiczeń ogólnousprawniających na równowagę i chód osób w podeszłym wieku, przebywających w oddziale ZOL w Legnicy. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie*. Rzeszów. 2014;1:84-96.
- Wierzbicka J, Brukwicka I, Kopański Z, Rowiński J, Furmanik F. Wybrane aspekty procesu starzenia się człowieka. *Journal of Clinical Healthcare*. 2017;2:1-6.
- Zasadzka E, Wieczorowska-Tobis K. Zmiany w układzie ruchu w procesie starzenia się. *Gerontologia Polska*. 2014;3:161-165.
- Gębska M, Weber-Nowakowska K, Malinowska J, Żyżniewska-Banaszak E. Presbyastasia – terapia zaburzeń równowagi i kontroli postawy. *Pomeranian J Life Sci*. 2016;62(2): 26-30.
- Kuliński W. Fizjoterapia w profilaktyce niepełnosprawności u osób w wieku podeszłym. *Gerontologia Polska*. 2017;25:39-44.
- Domoławska-Żylińska K, Krysińska M, Fronk M. Aktywność fizyczna w profilaktyce upadków wśród osób starszych. *Gerontologia Polska*. 2018;26:294-298.
- <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls> dostęp 29.01.2020r.
- Halik R, Stokwizewski J, Seroka W, Wojtyniak B. Urazy u osób powyżej 60 roku życia w Polsce. *Ministerstwo Zdrowia*. 2018:15-29.
- Ejsmont P A, Cybulski M, Hryniewicz A, Krajewska-Kułak E. Analiza przyczyn, częstotliwości oraz profilaktyki upadków wśród mieszkańców Białegostoku w wieku podeszłym. *Gerontologia Polska*. 2019;27:132-143.
- Lee SH, Kim HS. Exercise interventions for preventing falls among older people in care facilities: a meta-analysis. *Worldviews Evid Based Nurs*. 2017;14910:74-80.
- <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmid> dostęp 29.01.2020r.
- Kumięga PB, Grata-Borkowska UT, Bujnowska-Fedak MM, Drobnik J. Całościowa ocena geriatryczna a opieka medyczna nad osobą w wieku podeszłym. *Puls Uczelni*. 2016;10(2):44-48.
- Bojczuk T, Drabik J, Przysada G, Lewandowski A. Upadki – wielki problem geriatryczny: postępowanie rehabilitacyjne. *Young Sport Science of Ukraine*. 2014;3: 30-38.
- Mossakowska M, Więcek A, Błędowski P. Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce. *Termedia Wydawnictwa Medyczne (Wydanie 1)*. Poznań. 2012:275-294.
- Rzońca P, Rudnicka-Drożak E, Młynarska M, Chemperek E. Urazy wieku geriatrycznego w praktyce Szpitalnego Oddziału Ratunkowego. *Gerontologia Polska*. 2015;2:47-54.
- Mazur K, Pisany-Syska. Czynniki ryzyka upadków chorych hospitalizowanych na oddziale geriatrycznym. *Pielęgniarstwo Polskie*. 2017;2:260-267.
- Lejzerowicz-Zajczkowska B, Hajduk P. Aktywność fizyczna osób starszych jako działalność edukacyjno-interwencyjna. *Kultura Fizyczna*. 2017;16(4):109-121.
- Szabert A. Rola fizjoterapii w długoterminowej opiece geriatrycznej. *Pielęgniarstwo w Opiece Długoterminowej*. 2016;3:47-52.
- Rak J, Fajkiel K, Walkowiak K, Błędowska S, Badiuk N. Wpływ aktywności fizycznej na równowagę u osób po 65 roku życia. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(7):1004-1016.

20. Wiśniowski M, Kulesza A, Niemczyk M. Aktywność fizyczna w prewencji upadków u osób starszych. *Gerontologia Polska*. 2018;26:140-146.
21. Wierzbička J, Brukwicka I, Kopański Z, Rowiński J, Furmanik F. Stopień narażenia na urazy w wieku senioralnym. *Journal of Clinical Healthcare*. 2017;2:24-33.
22. Nitera-Kowalik A, Olszewska E, Smyda A. Leczenie uzdrowiskowe sposobem przeciwdziałania negatywnym skutkom procesu starzenia. *Acta Balneologica*. 2016; 2(144):110-117.
23. Rottermund J, Saulicz E, Knapik A, Myśliwiec A, Saulicz M. Prewencja upadków u osób starszych z wykorzystaniem algorytmu profilaktycznego. *Hygeia Public Health*. 2015;50(1):37-40.
24. Kilon M, Kostka J, Pawlik Z, Żołyński K, Miller E. Ocena czynników determinujących równowagę u pacjentów z zaawansowaną chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego zakwalifikowanych do zabiegu endoprotezoplastyki. *Acta Balneologica*. 2016;2(144):127-131.
25. Nitera-Kowalik A, Olszewska E, Nowakowska K, Solecki B. Wpływ leczenia uzdrowiskowego na zapobieganie upadkom u osób starszych. *Acta Balneologica*. 2018; 3(153):169-175.
26. Nitera-Kowalik A, Majcher B, Jaworska J, Kabata A. Wpływ kinezyterapii ogólnousprawniającej na poprawę sprawności funkcjonalnej osób po 60 roku życia w kompleksowym leczeniu uzdrowiskowym. *Acta Balneologica*. 2016; 2(144):104-109.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 12.03.2020

Accepted: 18.04.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Justyna Pawlak

Poddębice Health Center, Ltd., Poddębice, Poland

Adama Mickiewicza 46a St.

99-200 Poddębice

phone: + 48 724 745 988

e-mail: pawlakandpawlak@gmail.com

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0002-8525-5963 – Justyna Pawlak (A,C,D,E)

0000-0002-7448-4939 – Małgorzata Dudkiewicz (A,B,C)

0000-0002-5745-4906 – Łukasz Kikowski (A,D,E,F)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

*Informacja prasowa***REGENERACJA TKANEK NA POZIOMIE KOMÓRKOWYM**

INDIBA® activ to opatentowana, całkowicie bezpieczna i klinicznie sprawdzona technologia regeneracji tkanek. To jedyna na świecie technologia wykorzystująca System Proionic®.

Terapia łączy w sobie zalety nowoczesnej fizykoterapii oraz skuteczność współczesnej terapii manualnej. Z powodzeniem jest wykorzystywana w fizjoterapii, regeneracji sportowej, terapii mięśni dna miednicy oraz medycynie estetycznej.

Innowacyjna terapia IAT działa na poziomie komórkowym. W bardzo szybki sposób przywracając komórki do prawidłowego działania.

Terapia oparta jest na połączeniu przepływu fal radiowych (prądu radiofrekwencyjnego) o częstotliwości 448 kHz z jednoczesną, odpowiednią terapią manualną.

Zastosowana tutaj częstotliwość będąca efektem wieloletnich poszukiwań, okazuje się być kluczem do zredukowania do minimum przeciwwskazań, pozwalając jednocześnie na stosowanie jej nawet kilka razy w ciągu dnia oraz aplikację w praktycznie dowolnym miejscu naszego ciała.

To właśnie możliwość czynnego połączenia działania "Indiby" z terapią manualną czyni tę formę fizjoterapii nowatorską i dającą praktycznie nieograniczone możliwości, pozwalając uzyskać podobne (a niejednokrotnie lepsze) rezultaty w krótszym czasie i z mniejszym wysiłkiem (w odniesieniu do zastosowania tej samej formy terapii manualnej samodzielnie).

Pomijając, redukując lub potęgując równoległe działanie farmakologiczne możemy przyspieszyć leczenie urazów, stanów pooperacyjnych (wszystkich tkanek) oraz stymulować przebudowę patologicznych struktur (zrosty, blizny, tendinopatie, artrozy etc.).

(www.salveo.co)

Medical Resort Treatment Extended with Modern Feedback Exercises Using Virtual Reality Improve Postural Control in Breast Cancer Survivors. Preliminary Study

Leczenie uzdrowiskowe poszerzone o nowoczesne ćwiczenia oparte na sprzężeniach zwrotnych wykorzystujących rzeczywistość wirtualną w celu poprawy kontroli posturalnej u kobiet po amputacji piersi w wyniku raka sutka. Badanie wstępne

DOI: 10.36740/ABAL202002104

Laura Piejko,¹ Kamila Niewolak², Dariusz Fielek², Paula Pecyna², Dariusz Chełmiński², Paweł Zieliński², Karol Kobylarz,¹ Mateusz Grzmiła,¹ Krzysztof Cygoń,¹ Piotr Stanisławski,^{3,4} Michał Kręcichwiost,⁵ Anna Polak^{1,4}

¹Technomex Rehabilitation Clinic, Gliwice, Poland

²Therapeutic and Rehabilitation Center, Inowrocław Solanki Thermal Resort, Inowrocław, Poland

³Department of Internal Medicine, Multidisciplinary Hospital, Jaworzno, Poland

⁴Department of Physical Therapy, Faculty of Physiotherapy in Disorders of Internal Organs, Academy of Physical Education, Katowice, Poland

⁵Department of Informatics and Medical Devices, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology, Zabrze, Poland

SUMMARY

Introduction: Women with breast cancer have an increasing chance of survival for many years. Multimodal, extremely effective but also aggressive treatment, often leads to disorders of neuromuscular excitability and physical fitness of the patients. Therefore, when planning the physiotherapy process of women treated for breast cancer, one should look for the most effective methods of improvement with broad neurostimulatory and neuromodulatory effects. In recent years, more and more attention has been paid to the possibilities of using virtual reality exercises in therapy.

Aim: The study was to understand the impact of medical resort treatment extended with modern feedback exercises using virtual reality to improve postural control in breast cancer survivors.

Material and Methods: A clinical, pilot, non-controlled study was conducted at the Solanki Medical Resort in Inowrocław. 46 women aged 36 to 63 completed the study (mean 51.67 ± 6.62 years). The patients participated in spa therapy for 3 weeks. For basic medical treatment, to improve postural control, physical exercises using feedback based on virtual reality were introduced. Postural control tests performed on the stabilometric platform were used to assess the progress of therapy.

Results: In the assessment of dynamic postural control, the length of the center of foot pressure (COP) movement path before the treatment was on average 278.28 cm (± 147.13) and after treatment shortened to 209.60 cm (± 86.49) which was statistically significant ($p = 0.0083$). In the assessment of static postural control, no statistically significant differences were found between the length of the COP pathway before treatment compared to the condition before treatment ($p > 0.05$).

Conclusions: Medical treatment enriched with physical exercises using feedback based on virtual reality did not affect static postural control but contributed to the improvement of dynamic postural control. The results of the study should be confirmed in high-quality therapeutic experiments, including control groups.

Key words: breast cancer, medical treatment, virtual reality, feedback

STRESZCZENIE

Wstęp: Kobiety chorujące na raka piersi z roku na rok mają coraz większe szanse na wieloletnie przeżycie. Wieloetapowe, niezwykle skuteczne ale też agresywne leczenie prowadzi do zaburzeń pobudliwości nerwowo-mięśniowej i sprawności fizycznej pacjentek. Dlatego też planując proces fizjoterapii kobiet leczonych z powodu raka sutka należy poszukiwać możliwie najskuteczniejszych metod usprawniania o szerokim działaniu neurostymulującym i neuromodulującym. W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na możliwości zastosowania w terapii ćwiczeń wykorzystujących wirtualną rzeczywistość.

Cel: Celem badania było uzyskanie wiedzy na temat wpływu leczenia uzdrowiskowego obejmującego ćwiczenia z wirtualną rzeczywistością na statyczną i dynamiczną kontrolę posturalną kobiet po amputacji piersi z powodu raka sutka.

Materiał i metody: Badanie kliniczne, pilotowe, bez grupy kontrolnej przeprowadzono w Uzdrawisku Solanki w Inowrocławiu. Badanie ukończyło 46 kobiet w wieku od 36 do 63 lata (średnio 51.67 ± 6.62 lat). Pacjentki uczestniczyły przez 3 tygodnie w terapii uzdrowskiej. W celu poprawy kontroli posturalnej do podstawowego leczenia uzdrowskiego, wprowadzono ćwiczenia fizyczne wykorzystujące sprzężenia zwrotne oparte na wirtualnej rzeczywistości. Do oceny postępów terapii wykorzystano testy kontroli posturalnej przeprowadzone na platformie stabilometrycznej.

Wyniki: W ocenie dynamicznej kontroli posturalnej długość ścieżki przemieszczania się środka nacisku stóp na podłoże (center of footpressure; COP) przed leczeniem wynosiła średnio $278,28$ cm ($\pm 147,13$) a po leczeniu skróciła się do $209,60$ cm ($\pm 86,49$), co dało różnicę znamioną statystycznie ($p=0,0083$). W ocenie statycznej kontroli posturalnej nie odnotowano różnic znamionych statystycznie pomiędzy długością ścieżki COP przed leczeniem w stosunku do stanu sprzed leczenia ($p>0,05$).

Wnioski: Leczenie uzdrowskie wzbogacone o ćwiczenia fizyczne wykorzystujące sprzężenia zwrotne oparte na wirtualnej rzeczywistości nie miało wpływu na statyczną kontrolę posturalną ale przyczyniło się do poprawy dynamicznej kontroli posturalnej. Wyniki badania powinny być potwierdzone w wysokiej jakości eksperymentach leczniczych, obejmujących grupy kontrolne.

Słowa kluczowe: rak piersi, leczenie uzdrowskie, wirtualna rzeczywistość, sprzężenie zwrotne, fizjoterapia

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:92-98

INTRODUCTION

Breast cancer is a malignant tumor originating from the mammary gland epithelium, which develops locally in the breast and can cause metastases to lymph nodes and internal organs, e.g. lungs, liver, bone [1]. It is the most common type of cancer diagnosed among women and the second most common cause of cancer deaths in women worldwide [2, 3].

Early diagnosis of breast cancer and increasingly effective (but aggressive) treatment used in women's survival leads equally to various complications depending on the implemented treatment (radiotherapy, chemotherapy, immunotherapy and hormone therapy). In women, deep sensation, impaired motor coordination and body balance are often impaired. A decrease in upper limb function on the operated side is observed [4, 5]. Negative effects of treatment appear already during the radiotherapy or up to 3 months after its completion. Scars arising after surgical treatment limit the mobility of the limb and lead to structural deformations and disorders of the trunk movement and the shoulder girdle. In addition, breast removal (unilateral mastectomy), especially in women with large breasts, causes an asymmetry in body weight distribution and displaces the center of gravity causing balance and gait disturbances, which becomes unstable [6, 7]. Another consequence of surgical treatment is hypertrophic scarring of the postoperative scar, which causes contractures that restrict mobility in the shoulder girdle joints. Young patients aged 20 to 35 are particularly at risk for keloids. The risk of keloid formation is related to the course of the surgical incision line, which in a typical mastectomy cut extends from the sternum to the axillary pit and is perpendicular to the line of tensile forces acting on the skin in this area [8, 9].

Radiation therapy, which results in fibrosis and contracture of tissues and even necrosis, also has negative effects. These changes occur mainly in the areas of the radiation application fields [10]. Late complications after radiation therapy occur after a few months, and sometimes even several years after radiation therapy. They are the consequences of extensive fibrosis in the

lymphatic vessels and the growth of blood vessels. They are manifested in the form of scarring changes in the skin and subcutaneous tissue, muscle fibrosis and their fascia as well as scarring and fibrosis in the ligamentous-capsule apparatus.

These changes lead to contractures and reduced mobility in the joints of the upper limb. Patients also have atrophy of the latissimus dorsi muscle, teres minor and major muscles and subscapularis muscle and often suffer from so-called Frozen shoulder disorder. These changes cause abnormal movements of the shoulder blade and shoulder [11].

Functional changes within the shoulder, disturbed sensation of the body area on the operated side and changes in the position of the scapula can affect the change in biomechanics of the spine and lead to a disorder of postural control [12-14]. Postural control may also be disturbed by the lack of breast or part of it resulting from surgery and damage to deep sensation receptors as a result of chemotherapy [15].

Due to the variety of disorders that are a consequence of breast cancer treatment, patient rehabilitation is complicated and multidirectional. When planning the rehabilitation process, activities aimed at preventing and treating lymphoedema, increasing the mobility of the spine, chest and upper limbs, increasing muscle strength and improving motor coordination and postural control should be taken into account [16-19].

In Poland women treated for breast cancer are increasingly referred to spa therapy. Therefore, it is important to develop the most effective and multidirectional methods of spa treatment for patients. Some clinical trials [20, 21] and clinical trial reviews [22] indicate that modern technologies such as virtual reality can improve static and dynamic postural control. These technologies can be also used in resort treatment [20, 21].

AIM

The aim of this study was to gain knowledge about the impact of spa treatment including virtual reality exercises on static and dynamic postural control of women after breast amputation due to breast cancer.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the period from 01/09/2018 to 28/02/2019 at the Research Laboratory in Inowrocław located in the Solanki Medical Resort with the consent of the Bioethics Committee for Scientific Research at the University of Rzeszów (Resolution No. 2018/06/02). The study was registered in the Australian New Zealand Clinical Trial Registry, under the number ACTRN12619001599167.

The study included 49 women undergoing three-week sanatorium treatment at the Solanki spa center in Inowrocław. Three patients withdrew from the study due to personal reasons. 46 women aged 36 to 63 completed the study. The mean age of patients was 51.67 years (± 6.62 years). The patients' Body Mass Index (BMI) ranged from 20.07 to 33.11 and was on average 28.41 (± 4.71). None of the patients was underweight (BMI <18.5). 23 patients (50%) were overweight (BMI 25-29.9). 12 women (26.09%) were obese (BMI > 30). In 11 patients (23.91%) body weight remained normal (BMI 18.5-24.9). Detailed demographic data of patients are presented in Table 1.

The study included women over 18 years of age who agreed to participate in the study and who were treated for unresected breast cancer, characterized by grade I-III clinical advancement. All women underwent complete surgical treatment of breast cancer (mastectomy) and adjuvant treatment - chemotherapy, immunotherapy, hormone therapy and radiotherapy depending on clinical indications. An additional condition for inclusion in the study was completed radiotherapy and chemotherapy a minimum of 8 weeks before the start of the study.

The following exclusion criteria were adopted: co-morbidities disrupting the body's balance (including diseases of the nervous system, balance organ, eyes, muscles and joints), independence score on the Barthel scale below 65 points, lack of cooperation with the therapist (understanding and following instructions), lymphoedema, contraindications for motor improvement provided for in the study program.

All patients underwent 3-week spa therapy. It included 2% brine baths of the whole body, used 3 times a week 20 minutes each, as well as individual and group physical exercises. Individual exercises were conducted using feedback based on virtual reality, 6 days a week (from Monday to Saturday), for 45 minutes a day. These exercises were aimed at improving motor coordination

and body balance. Exercises on Alfa and Gamma stabilometric platforms (Polish production, Technomex company) and exercises of motor coordination of lower limbs with elastic resistance were used using the Telko device (Polish production, Technomex company). These devices were equipped with VAST. Rehab software (Poland) enabling feedback based on virtual reality and collecting data on the type of tasks ordered to patients and the accuracy of their performance by patients.

Exercises on the platforms were conducted in a standing position (Figure 1). During the exercises, monitors displayed

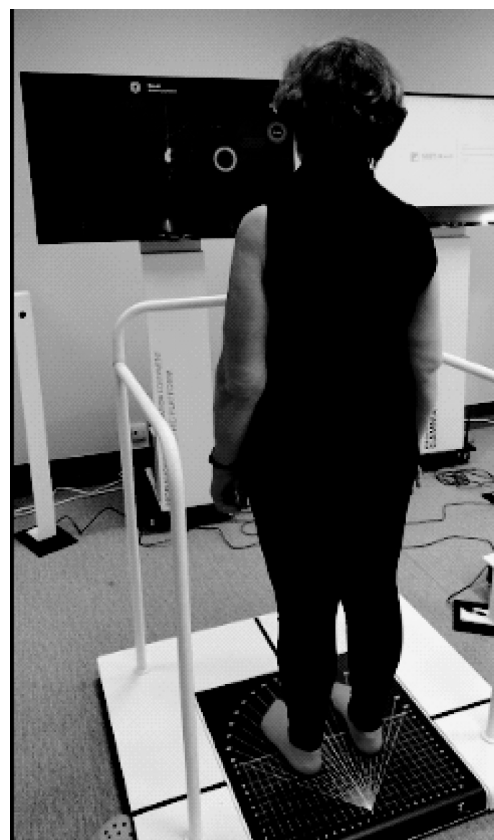


Figure 1. An example of an exercise with virtual reality (VR) and feedback on Alfa (Technomex, Poland) stabilometric platform

Rycina 1. Przykład ćwiczenia z wirtualną rzeczywistością (VR) i sprzężeniem zwrotnym na platformie Alfa (Technomex, Polska)

Table 1. Characteristics of the study group (number of subjects N=46 women)

Tabela 1. Dane demograficzne pacjentek [N=46]

Variable Zmienna	Mean (SD) Średnia (SD)	Lower quartile Kwartył dolny	Upper quartile Kwartył górny
		Median Mediana	
Wiek [Lata] Age [years]	51.67 (SD 6.62)	47	52 ⁵⁷
Wysokość ciała [cm] Body height [cm]	163.17 (SD 5.76)	160	164 ¹⁶⁷
Masa ciała [kg] Body mass [kg]	75.71 (SD 13.26)	72	87,67 ⁸
BMI	28.41 (SD 4.71)	25,71	27.53 ^{31,24}

SD – odchylenie standardowe, SD – standard deviation; BMI – body mass index

tasks that required the patient to perform specific tasks in the virtual world. Exercises were focused on improving the distribution of body weight on the lower limbs and on improving the control of the body's center of gravity during body swings in different directions.

Group exercises were conducted for 60 minutes a day, 6 days a week (Monday to Saturday). These exercises were aimed at improving flexibility and coordination of the whole body. In particular, these were proprioceptive training exercises conducted in the exercise room 3 times a week and exercises in water also performed 3 times a week.

Static and dynamic postural control were assessed before and after the exercises. Tests were performed on the Alfa stabilometric platform (Technomex; Poland), equipped with VAST. Rehab software (Poland), enabling postural control diagnostics and data collection. Static postural control was assessed in a Romberg test, during which the patient's task was to stand still in an upright position for 30 seconds with eyes open and then for 30 seconds with eyes closed. Dynamic postural control was evaluated in the dynamic test, during which the patient's task was to move the center of gravity of the body in different directions in a targeted and controlled manner in accordance with the task displayed on the monitor screen. Both in the Romberg test and the dynamic test, the patient stood in a relaxed position, with her feet shoulder-width apart and her upper limbs lowered along the body. The foot setting was recorded and saved in the device's memory. Both in the static and dynamic postural control assessment, the length of the path of the center of foot pressure on the platform (COP) was taken into account.

For statistical analysis, the Statistica program (version 13.1, StatSoft Poland) was used. The W Shapiro-Wilk test

was used to study the distribution of variables characterizing patients. The homogeneity of variance was tested by Leven's test. Tests have shown the lack of normality of the distribution of variables and the lack of uniformity of variance. Due to the lack of homogeneity of variance and low values of skewness and kurtosis (<2.5) in the statistical evaluation of the results after therapy in relation to the condition before treatment, a non-parametric Wilcoxon test was used, using means as central measures and standard deviations as measures of dispersion of results. Statistical significance was assumed at the level of $p \leq 0.05$.

RESULTS

ASSESSMENT OF STATIC POSTURAL CONTROL

During the Romberg test performed with the eyes open, the length of the COP path before treatment was on average 23.46 cm and after treatment it decreased to 22.08 cm and this difference was not statistically significant ($p = 0.8306$). During the test with eyes closed, the COP path length decreased from 42.24 cm before treatment to 41.54 cm after treatment and this difference was also not statistically significant ($p = 0.8731$). The results are presented in Table 2.

ASSESSMENT OF DYNAMIC POSTURAL CONTROL

In the dynamic test, the length of the COP path before treatment was on average 278.28 cm after treatment shortened to 209.60 cm on average, the difference was statistically significant ($p = 0.0083$). Detailed results are presented in Table 3.

DISCUSSION

Medical treatment enriched with physical exercises using feedback based on virtual reality (VR) has contributed to the improvement of dynamic postural control. It is believed

Table 2. The results of COP path length in Romberg test (evaluation of static postural control; $N = 46$)

Tabela 2. Długość ścieżki COP w próbie Romberga (ocena statycznej kontroli posturalnej; Liczba badanych 46)

	COP path length [cm] Długość ścieżki COP (cm)		Quality level p Poziom istotności statystycznej p*
	Before treatment Przed leczeniem	After treatment Po leczeniu	
With eyes open Z oczami otwartymi			
Mean (SD) Średnia (SD)	23.46 (11.48)	22.08 (10.93)	0.8306
Lower quartile- Median- Upper quartile Kwartyl dolny Mediana Kwartyl górny	15.48 19.68 ^{28.18}	15.50 20.79 ^{24.78}	
With eyes closed Z oczami zamkniętymi			
Mean (SD) Średnia (SD)	42.24 (19.34)	41.54 (22.41)	0.8731
Lower quartile- Median- Upper quartile Kwartyl dolny Mediana Kwartyl górny	28.88 35.24 ^{54.68}	25.07 38.36 ^{58.64}	

*Test Wilcoxon; **Wilcoxon test; COP – środek nacisku stóp na podłoże; COP – center of foot pressure

Table 3. The results of COP path length in the dynamic test (evaluation of dynamic postural control; N = 46)

Tabela 3. Długość ścieżki COP w próbie dynamicznej (ocena dynamicznej kontroli posturalnej; Liczba badanych 46)

	COP path length [cm] Długość ścieżki COP (cm)		Quality level p Poziom istotności statystycznej p*
	Before treatment Przed leczeniem	After treatment Po leczeniu	
Mean (SD) Średnia (SD)	278.28 (147.13)	209.60 (86.49)	0.0083
Lower quartile - Median - Upper quartile Kwartyl dolny - Mediana - Kwartyl górny	174.60 245.91 311.17	149.99 196.47 244.99	

*Test Wilcoxon; *Wilcoxon test; COP – środek nacisku stóp na podłogę; COP – center of foot pressure

that sensorimotor exercises and coordination-equivalent exercises on stabilometric platforms using VR-based feedback stimulates the reflex mechanism of neuromuscular control that affects the correct positioning of individual body parts relative to each other. The purpose of exercises on stabilometric platforms is to rebuild proprioception, prevent the formation of compensatory movement patterns, rebuild local stabilization in the shoulder joint on the operated side, and central stabilization within deep torso muscles. Thanks to this, complicated movement patterns on which everyday movement activities and locomotion are based are carried out ergonomically and safely. Their use in a group of cancer patients is very important due to functional changes after surgery and neurotoxicity of chemotherapy and the general impact of cancer on the nervous system, well-being and general physical fitness of women.

Similar results as in this study were obtained by Schwenk et al. [23] in a pilot study, where the impact of an interactive balance training program in patients with chemotherapy-induced polyneuropathy was examined. Exercises in virtual reality conditions were based on sensors attached to the body. 22 subjects aged 70.3 (± 8.7 years) were randomly assigned to the intervention (IG) or control (CG) group. The IG group used interactive balance training based on a game in which the tasks involved overcoming virtual obstacles. Sensors attached to the body provided visual and audible feedback in real time. Participants practiced 45 minutes twice a week for four weeks. Made among others 30-second balance tests in the form of a Romberg test standing with feet together with eyes open and closed. Changes in the position of ankle and hip joints as well as body center of gravity (CoM) displacement in both medial-lateral and anteroposterior (AP) directions were assessed. Improvement in postural control was observed after the intervention and the swing ranges of the hip, ankle and CoM were significantly smaller compared to the control group.

Early and unfavorable consequences of breast cancer treatment are pain and discomfort in the arm, shoulder and chest wall on the operated side. Patients also complain of increasing neuropathy and hyperalgesia in the operated part of the body, pain radiating along the shoulder to the elbow, hypertrophic

scarring of the postoperative scar, fibrosis and contractures limiting mobility. To treat these adverse effects within the upper limb, House et al. [24] used specialized forearm braces connected to a robotic rehabilitation table. The device was combined with therapeutic tasks to be performed in virtual reality conditions. The aim of this study was to investigate the impact of specialized rehabilitation exercises in managing chronic postoperative pain in women with depression who have survived breast cancer. Orthotics allow to track the position of the arm and gripping power, while the patients played three-dimensional rehabilitation games. Exercises lasted 20-50 minutes, twice a week, for 8 weeks. Six women were qualified to the pilot study. Rehabilitation in virtual reality conditions proved to be effective, as improvement of the range of shoulder joint movement, improvement of cognitive functions, increase of strength of upper limb muscles and reduction of depression symptoms were observed. This helped to improve postural control and improve patients' quality of life.

Women who are diagnosed with breast cancer are often not physically active or do not reach the recommended level of physical activity [25]. Research conducted by Irwin et al. [3] indicates that after diagnosis, the majority of women with breast cancer reduce their participation in physical activity by 11%. Therefore, supervised physical activity after breast cancer treatment is important, which turns out to be very helpful in developing a positive motivational profile among women who survived breast cancer, which can contribute to long-term maintenance of the recommended level of physical activity, which has a positive effect on the health of the subjects [26]. VR can play an important role here, because virtual reality exercises are usually very interesting for patients. After each task, a summary of the accuracy of its performance is displayed, which is an additional element encouraging the patient to exercise. It is recognized that the images that the patient sees on the monitor provide a lot of feedback that paves the correct movement patterns and results in faster regeneration of the motor functions of the body. VR is also used as an element diverting attention from negative stimuli, e.g. during the use of chemotherapy. This is evidenced by a number of studies conducted by Schneider et al. [27-30],

where virtual reality was successfully used as an important element affecting the increase in tolerance to the treatment used. It was observed that the use of VR contributed to a subjective shortening of the duration of injection in patients from the VR group, compared to taking chemotherapy in patients without using VR. 82% of respondents reported that they would use this form during subsequent cycles of chemotherapy. Subjects reported reduced feelings of anxiety and fatigue, immediately after chemotherapy when experiencing virtual reality interventions.

There is a lack of reports in Polish literature regarding the assessment of physical fitness, including postural control of women treated for breast cancer at an early stage of oncological treatment. There are also no studies assessing the usefulness and effectiveness of using sensomotor training in early rehabilitation in oncological patients. Therefore, specialized physical activity programs should be created and disseminated among women who have experienced breast cancer, paying special attention to the correlation between physical activity and reducing the risk of breast cancer recurrence and mortality [25]. The results of this study may become an inspiration to conduct further, properly planned clinical trials using spa centers and virtual reality in the treatment of various diseases.

CONCLUSIONS

The obtained results allow to conclude that spa treatment enriched with physical exercises using virtual reality and biofeedback contributes to the improvement of postural control in dynamic conditions in breast cancer survivors. The results of the study should be confirmed in high-quality therapeutic experiments including randomized control groups. The results of the study also allow authors to propose a conclusion that it is worth enriching medical treatment with exercises using modern technologies, including virtual reality and feedback in a group of breast cancer patients.

References

- Pieńkowski T. Problem leczenia zaawansowanego raka piersi w Polsce. *Nasze Życie*. Poznań. 2017;72.
- Kim TH, Chang JS, Kong ID. Effects of exercise training on physical fitness and biomarker levels in breast cancer survivors. *J LifestyleMed*. 2017;7(2):55-62.
- Irwin ML, Alvarez-Reeves M, Cadmus L et al. Exercise improves body fat, lean mass, and bone mass in breast cancer survivors. *Obesity*. 2009;17(8):1534-41.
- Foley MP, Hasson SM. Effects of a community-based multimodal exercise program on health-related physical fitness and physical function in breast cancer survivors: a pilot study. *Integr Cancer Ther*. 2016;15(4):446-54.
- Hojan K. Rehabilitacja dla kobiet z rakiem piersi. *RehabPrakt*. 2013;5:18-22.
- Hojan K, Manikowska F, Molinska-Glura M, Chen P-J, B, Józwiak, M. The impact of an external breast prosthesis on the gait parameters of women after mastectomy. *Cancer Nurs*. 2014, 37(2):E30-E36.
- Rostkowska E, Bąk M, Samborski W. Body posture in women after mastectomy and its changes as a result of rehabilitation. *Adv Med Sci*. 2006;51:287-297.
- Jumper N, Paus R, Bayat A. Functional histopathology of keloid disease. *Histol Histopathol* 2015;30(9):1033-1057.
- Maverakis E, He Y, Reyes Merin M, Sharon V. Eruptive keloids associated with breast cancer: A paraneoplastic phenomenon? *Acta Derm Venereol*. 2011;91(4):480-481.
- Hoskin PJ. Radiotherapy in symptom management. W: Doyle D, Hanks G, Cherny N, Calman K. (red.). *Oxford Textbook of Palliative Medicine*. Oxford University Press, Oxford. 2004:239-255.
- Mangone M, Bernetti A, Agostini F et al. Changes in Spine Alignment and Postural Balance After Breast Cancer Surgery: A Rehabilitative Point of View. *Biores Open Access*. 2019;8(1):121-128.
- Borstad JD, Szucs KA. Three-dimensional scapula kinematics and shoulder function examined before and after surgical treatment for breast cancer. *Hum MovSci*. 2012;31:408-418.
- Głowacka I, Nowikiewicz T, Siedlecki Z et al. The assessment of the magnitude of frontal plane postural changes in breast cancer patients after breast – conserving therapy or mastectomy – follow-up results 1 year after the surgical procedure. *PatholOncol Res*. 2016;22:203-208.
- Shamley D, Lascurain-Aguirrebena I, Oskrochi R. *Clinical Anatomy of Shoulder After Treatment for Breast cancer*. *Clin Anat*. 2014;27:467-477.
- Montezuma T, Oliveira GuirroE, Vaz M. Changes in postural control in mastectomized woman. *J CancerTher*. 2014;5:493-499.
- Lee C.E, Warden S.J, Szuck B et al. A preliminary study on the efficacy of a community-based physical activity intervention on physical function-related risk factors for falls among breast cancer survivors. *Am J PhysMedRehabil*. 2016;95(8):561-570.
- Neto C.M, Pezarat P, Oliveira R. Effects of breast cancer treatment on shoulder function: what to expect and how to treat? *Int J Phys The Rehabil*. 2018;4:147.
- Vollmers P.L, Mundhenke C, Maass N et al. Evaluation of the effects of sensorimotor exercise on physical and psychological parameters in breast cancer patients undergoing neurotoxic chemotherapy. *J Cancer Res ClinOncol*. 2018;144(9):1785-1792.
- Yang A, Sokolof J, Gulati A. The effect of preoperative exercise on upper extremity recovery following breast cancer surgery: a systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2018;41(3):189-196.
- Nitera-Kowalik A, Olszewska E, Nowakowska K, Solecki B. Wpływ leczenia uzdrowiskowego na zapobieganie upadkom u osób starszych. *Acta Balneol*. 2016;3(153):169-175.
- Piejko L, Cygoń K, Niewolak K et al. Treatment resort extended with modern feedback exercises using virtual reality to improve postural control in patients aged 65+ with an increased risk of falls. Preliminary study. *Acta Balneol*. 2019;3(157):163-170.
- Gębska M, Wojciechowska A, Weber-Nowakowska K i wsp. Możliwości wykorzystania treningu biofeedback w fizjoterapii. *Acta Balneol*. 2013; 4(134):293-296.
- Schwenk M, Grewal G. S, Holloway et al. Interactive sensor-based balance training in older cancer patients with chemotherapy-induced peripheral neuropathy: a randomized controlled trial. *Gerontol*. 2016; 62(5):553-563.
- House G, Burdea G, Grampurohit N et al. A feasibility study to determine the benefits of upper extremity virtual rehabilitation therapy for coping with chronic pain post-cancer surgery. *British J Pain*. 2016;10(4):186-97.
- Rogers LQ, Courneya KS, Anton PM et al. Effects of the BEAT Cancer physical activity behavior change intervention on physical activity, aerobic fitness, and quality of life in breast cancer survivors: a multicenter randomized controlled trial. *BreastCancer Res Treat*. 2015;149(1):109–119.
- Milne HM, Wallman KE, Gordon S, Courneya KS. Impact of a combined resistance and aerobic exercise program on motivational variables in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Ann BehavMed* 2008; 36(2):158-66.
- Schneider SM, Hood LE. Virtual reality: a distraction intervention for chemotherapy. *OncolNurs Forum* 2007; 34(1): 39-46.

28. Schneider SM, Ellis M, Coombs WT, Shonkwiler EL, Folsom LC. Virtual reality intervention for older women with breast cancer. *CyberpsycholBehav.* 2003; 6(3):301-307.
29. Schneider SM, Kisby CK, Flint EP. Effect of virtual reality on time perception in patients receiving chemotherapy. *SupportCareCancer.* 2011;19(4):555-564.
30. Schneider SM, Prince-Paul M, Allen, MJ et al. Virtual reality as a distraction intervention for women receiving chemotherapy. *OncolNurs Forum.* 2004;31(1):81-88.

The study was cofinanced from the European Regional Development Fund of the Kuyavian-Pomeranian Voivodeship

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 04.12.2019

Accepted: 18.01.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Laura Piejko
Technomex Rehabilitation Clinic, Szparagowa 19 St.
44-141 Gliwice, Poland
phone: +48 694 483 101
e-mail: laura.piejko@gmail.com

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0002-5338-1842 – Laura Piejko (A, C, D, E, F)
0000-0003-3445-1099 – Anna Polak (A, C, D, E, F)
Kamila Niewolak (A, B, E, F), Dariusz Fielek (A, B, E, F), Paula Pecyna (B, C, F),
Dariusz Chelminiak (B, F), Paweł Zieliński (B, F), Karol Kobylarz (B, F),
Mateusz Grzmiła (B, F), Krzysztof Cygoń (A, F), Piotr Stanisławski (C, F),
Michał Kręcichwost (C, D, F)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

Informacja prasowa

TERAPIA MITOCHONDRIALNA

Terapia mitochondrialna stymuluje własne endogeniczne mechanizmy obrony na wszystkich poziomach – od genu do całego organu lub tkanki. W wyniku hipoksji stare uszkodzone mitochondria obumierają, a odbudowują się nowe zdrowe, w znacznie szybszym tempie.

Terapia IHHT prowadzi do korzystnych dla organizmu zmian: • Działanie przeciwzapalne • Obniżenie poziomu cholesterolu • Poprawa wrażliwości na insulinę • Wzrost enzymów glikolowych • Indukcja syntezy białek obronnych • Zwiększenie wazodylatacji, angiogenezy, erytropoezy.

Jak wygląda terapia?

Terapia mitochondrialna polega na wdychaniu niedotlenionego powietrza (małe stężenie tlenu) z przerwami na nadtlenione powietrze (wysokie stężenie tlenu). Fazy normoksyczne (normalne stężenie tlenu) mogą zastąpić fazy hiperoksyjne, ale są ogólnie mniej wydajne, ponieważ przywrócenie normalnych poziomów SpO₂ trwa dłużej, a efekt kolejnej fazy hipoksyjnej jest zmniejszony. Pacjent wdycha przez maskę dokładnie kontrolowaną mieszaninę powietrza dostarczaną przez urządzenie. Podczas trwania całego zabiegu, pacjent pozostaje w wygodnej pozycji leżącej, często pacjent zasypia i opisuje całą procedurę, jako głęboko relaksującą.

Mitochondria to centra energetyczne naszego organizmu. Znajdują się w każdej komórce i to właśnie one zaopatrują organizm w energię niezbędną do życia i funkcjonowania każdego organu.

Pełnią również szereg innych istotnych funkcji, chociażby odtruwają nasz organizm.

Zastosowanie terapii IHHT

Schorzenia neurologiczne: • Zespół przewlekłego zmęczenia • Bezsenność • Migrena i częste bóle głowy • Zaburzenia w koncentracji • ADHD • Zespół Aspergera • Autyzm • Stwardnienie rozsiane • Demencja • Choroba Parkinsona • Choroba Alzheimerza • Upośledzenia umysłowe

Schorzenia hormonalne: • Tarczyca • Cukrzyca • Zaburzenia wzrostu

Problemy układu oddechowego • Niewydolność oddechowa • POChP • Bezdech senny

Choroby nerek i wątroby • Zaburzenia trawienia • Biegunka/zaparcia • Refluks • Nadmierny apetyt • Otyłość

Schorzenia kardiologiczne • Zaburzenia rytmu serca • Kardiomiopatie • Nadciśnienie

Schorzenia reumatyczne • Reumatoidalne zapalenie stawów • Fibromialgia

Schorzenia ogólnoustrojowe • Borelioza • Kwasica mleczanowa • Twardzina układowa • Obniżone napięcie mięśniowe

Łagodzenie skutków farmakoterapii i chemioterapii. Terapia mitochondrialna pozwala poprawić stan zdrowia chorym leczonym chemioterapią i hormonoterapią, chorym po radioterapii, podczas leczenia interferonem, podczas leczenia sterydami.

Medycyna sportowa. Terapia IHHT odgrywa znaczącą rolę w medycynie sportowej – poprawia kondycję sportowców za pomocą substancji naturalnych, niebędących na zastrzeżonej liście substancji zabronionych.

Poprawa jakości życia. Zdrowym osobom terapia mitochondrialna pomaga zwalczyć zmęczenie i stres codziennego życia oraz uodpornić się na infekcje. Jest to skuteczna terapia wspomagająca w walce z depresją, zespołem chronicznego zmęczenia i wypalenia zawodowego. Pozytywne skutki odnosi również w medycynie przeciwstarzeniowej.

Często medycyna skupiają się na leczeniu objawów choroby. Terapia mitochondrialna to leczenie dysfunkcji organizmu u ich podstaw.

(www.terapiamitochondrialna.pl)

Water Treadmill Therapy After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament ACL – Case Report

Terapia w bieżni wodnej po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ACL – studium przypadku

DOI: 10.36740/ABAL202002105

Agnieszka Maruszewska¹, Lech Panasiuk²¹Rehabilitation Centre, Institute of Rural Health, Lublin, Poland²Institute of Rural Health, Lublin, Poland

SUMMARY

Introduction: The knee joint is one of the most commonly injured joints, especially among physically active persons. In turn, the anterior cruciate ligament (ACL) is the knee ligament which is most frequently torn. Water treadmill therapy is one of the forms of rehabilitation available for patients after ACL reconstruction.

Materials and Method: The case of a 38-year-old woman is presented who during parachute jumping sustained injury to the knee joint on landing. Using the magnetic resonance imaging (MRI) a tear of the ACL was diagnosed. Physiotherapeutic examination was performed: palpation and visual observation of both knee joints: assessment of position of the patella and the axes of the lower limbs, assessment of joint temperature, patella ballottement sign, and tenderness. In order to objectively monitor the progress of therapy measurements were taken of the circumference of the lower limbs, and pain complains assessed according to the VAS scale. Eight weeks after reconstruction of the anterior cruciate ligament, the patient underwent 30 treadmill therapy treatments.

Results: Quadriceps muscle mass gain and reduction of the knee joint swelling were observed. Full range of knee joint motion was confirmed, and lack of pain in the medial compartment of the knee joint.

Conclusions: Water treadmill therapy is an effective supplementation of the process of patient rehabilitation after reconstruction of the anterior cruciate ligament.

Key words: water treadmill, anterior cruciate ligament (ACL), proprioceptive training, sports injuries

STRESZCZENIE

Wstęp: Staw kolanowy jest stawem w którym najczęściej dochodzi do urazu, szczególnie wśród osób aktywnych fizycznie. Więzadło krzyżowe przednie (ang. *Anterior Cruciate Ligament* - ACL) z kolei jest najczęściej zrywanym więzadłem kolana. Jedną z dostępnych form rehabilitacji pacjentów po rekonstrukcji ACL jest terapia w bieżni wodnej.

Materiał i metody: Autorzy przedstawili opis przypadku 38-letniej kobiety, która skacząc ze spadochronu podczas lądowania doznała urazu stawu kolanowego. Za pomocą badania obrazowego MRJ stwierdzono zerwanie ACL. Wykonano badanie fizjoterapeutyczne: palpacyjne i obserwację wzrokową obu stawów kolanowych (ocena ustawienia rzepki i osi kończyn dolnych, ocena ciepłoty stawu, objaw balotowania rzepki, tkliwość uciskowa). Do obiektywnego monitorowania postępów terapii przeprowadzono pomiary obwodów kończyn dolnych i ocenę dolegliwości bólowych wg skali VAS. 8 tygodni po zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego poddano pacjentkę 30 zabiegom terapii w bieżni wodnej.

Wyniki: Zaobserwowano przyrost masy mięśniowej mięśnia czworogłowego, redukcję obrzęku stawu kolanowego. Stwierdzono pełny zakres ruchomości stawu kolanowego i brak dolegliwości bólowych przedziału przysródkowego stawu kolanowego.

Wnioski: Terapia w bieżni wodnej jest skuteczną formą uzupełnienia procesu usprawniania pacjenta po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.

Słowa kluczowe: bieżnia wodna, więzadło krzyżowe przednie (ACL), trening propriocepcji, urazy w sporcie

INTRODUCTION

The knee joint is the largest joint in the human body and its unimpaired function is indispensable in the process of locomotion, as well as in many activities of daily living, such as: sitting, getting up, crouching down, body hygiene, etc. The knee is the joint that participates in the shifting body weight; therefore, in this case, the aspect of dynamic stabilization is especially important. The ligament apparatus, articular capsule, menisci, and muscles surrounding the joint provide stabilization of the knee joint [1]. The knee joint one of the most frequently injured joints, especially among physically active persons. In turn, the anterior cruciate ligament (ACL) is the knee ligament most often torn [2]. These are the most frequent injuries with hyperextension and valgus, and injuries causing rotation [3-5].

The physiotherapeutic management in ACL injury is two-fold. In poorly active persons aged over 50-60, conservative treatment is usually applied, i.e. physiotherapy. However, it is worth remembering that a joint deprived of the ACL is practically doomed to improper functioning, and consequently is more quickly worn away (degenerative changes - gonarthrosis) in the long term [6-9].

Another approach to the treatment of ACL injuries is the surgical procedure of double bundle anterior cruciate ligament reconstruction; arthroscopy is most frequently applied with the use of transplants from the gracilis muscle, semi-membranous muscle, or the patellar ligament. The reconstruction methods differ and are constantly being improved in order to best restore the biomechanics of the knee joint and enable the patient to return to an active life [4, 10, 11]. The Jewel ACL reconstruction, either partial or total, is recommended to sportsmen, due to the possibility of faster return to sports, and a greater biomechanical resistance of the ligament [4]. The study by Ardern et al. [12, 13] indicates that 35-45% of patients after ACL reconstruction do not return to sports. Among those who do return to sports, 15% may expect a secondary ACL injury, of whom 30% of young sportsmen sustain a secondary injury within the first two years after the ACL reconstruction [14-16].

One of the available, although new, forms of patient rehabilitation after ACL reconstruction is water treadmill therapy because the treadmill is an excellent piece of equipment for therapeutic exercises, providing a safe and controlled environment for treatments. Water therapy cannot replace land therapy; however, it offers its supplementation or even acceleration. Proper use of the properties of the water environment offers many benefits in the rehabilitation process at its individual stages. Water is an excellent environment for the performance of exercises improving the range of motion in the joint, proprioception, and the function, as well as muscle strength, in the lower limb. The main advantage of water therapy in the process of restoration of fitness is that more advanced exercises can be introduced earlier than in land therapy, potentially accelerating the restoration of the lost function and shortening the total rehabilitation duration.

Rehabilitation treatment includes specified exercises biased towards the development or maintenance of the efficiency

of the neuromuscular and cardiovascular systems, with a low risk of trauma [9]. The degree of difficulty of exercises may be adjusted to the patient's goals through the degree of immersion, exercises in deep or shallow water, and the use of additional resistance or turbulence. However, it should be kept in mind that the progress of exercises, similar to land therapy, depends mainly on the degree of functional fitness of a patient. Water properties play a crucial role in the process of rehabilitation of patients after anterior cruciate ligament reconstruction. According to the level of immersion in water, rehabilitation may take place at various levels of loading. This is especially beneficial, when the patient cannot tolerate the full load, or has medical recommendations to avoid it [2]. In certain aspects, water therapy helps to optimize the rehabilitation process. In addition, it allows prevention of the hazardous effects of immobilization – muscular atrophy, limited mobility and increased pain [17, 18].

MATERIALS AND METHOD

CASE DESCRIPTION

A female patient aged 38, passionate about skydiving, during a parachute jump sustained injury to the right knee joint on landing; when the sole of her shoe came into contact with uneven ground it caused a sudden entrapment of the foot, and knee joint rotation and hyperextension occurred. As a result, she fell over. The main symptom of injury was knee pain, as well as weakness and uncertainty in the right lower limb. Subsequently, there occurred swelling and limitation in the range of mobility in the right knee joint.

By using the Lachman test in physiotherapeutic examination, the following was diagnosed: great instability in the sagittal plane in the abdominal-dorsal direction front drawer test, and extension deficit with the Apley's distraction and compression test. The knee tests performed confirmed the diagnosis concerning ACL damage and medial meniscus rupture.

MRI examination confirmed the following: a complete ACL tear, thickened anterior cruciate ligament, swollen, with blurred structure. Features of the disruption of continuity of fibres surrounding the proximal attachment – the ligament jagged, with dislocation of a fragment of the ligament on the posterior surface of the femoral lateral condyle. The distal ligament stump was abnormally flat and had a wavy waveform, and a part of the stump dislocated to the site of oedematous part of the Hoffa's pad. Medial meniscus (MM) with the presence of complex damage to the posterior horn (PH) and the presence of irregular area reaching the femoral surface, tibial surface and surface of the capsule meniscus - an image of a massive contusion to the horn, with features of omnidirectional damage fissure. Above the posterior horn of the medial meniscus, an area was observed of intense bone marrow oedema of the medial tibial condyle (MTC), with the features of the presence of a fine subchondral fracture.

Surgical treatment was applied – knee arthroscopy: partial removal of medial meniscus and free cartilaginous fragments. ACL reconstruction using ST and GR tendons, and stabilization with a bioabsorbable interference screw Biomet Toggleloc 25 mm.

OBJECTIVE

The main goal of rehabilitation of the patient is the preparation of the knee joint for the continuation of activity, passion – skydiving: prevention of muscular atrophy, obtaining maximum muscular strength and balance of the knee joint, and other muscles of the lower limb, as well as stimulation of the proprioceptive receptors.

MATERIAL AND METHODS

Palpation examination and visual observation of both knee joints were performed: assessment of the position of patella and axes of the lower limbs, evaluation of the joint temperature, patella ballotement sign and tenderness. In order to objectively monitor the progress of therapy, the following measurements of the circumference of the lower limbs were performed [5] which showed the following differences between the healthy and the affected lower limbs:

- first femoral circumference (F1) - 55cm (healthy), 54cm (affected);
- second femoral circumference (F2) – 45 cm (healthy), 43cm (affected);
- knee circumference (K) – 41cm (healthy), 41.5 cm (affected);

Circumference measurements allow an objective assessment of progress in achieving the assumed goal of therapy. The patient did not report severe pain complaints which only occurred sporadically, usually during great effort in the affected limb. Sometimes, slight pain occurred (VAS 3-4) concerning the medial compartment of the knee.

The following ligament and meniscus tests were performed:

- apley's compression/distraction test (negative result);
- posterior drawer test (negative result);
- flexion extension test; varus and valgus (negative result).

Eight weeks after surgery, the patient underwent water treadmill treatments, duration of each treatment - 30 min. The speed was systematically increased from 3km/h in the first series of treatments, 5 km/h in the second series, and 7 km/h in the third series. All aquatic exercise sessions were performed at the Rehabilitation Centre on the water treadmill (FOCUS) in special footwear (Figure 1), with the water level



Figure 1. Aquatic treadmill therapy

Rycina 1. Terapia w bieżni wodnej

at the height of the xiphoid process. Water temperature 30°C, air temperature 24°C. All corrections of the treadmill during the protocol were performed by the same research assistant, who also verbally encouraged the patient during each training session.

Advantages of aquatic therapy in the process of rehabilitation of patients after ACL reconstruction:

- reduction of pain and oedema, and restoration of the normal range of motion in the knee joint;
- gait re-education;
- maintenance and/or development of the efficacy of the cardiovascular system;
- improvement of coordination and balance;
- earlier introduction of plyometric training in conditions safer than on land;
- possibility of an optimum management of loading during therapy [9].

RESULTS

The patient was very motivated for therapy; she had clearly specified goals associated with a return to full activity at the recreational and amateur level of skydiving. During the six weeks of therapy the goals posed in the beginning of the rehabilitation process were successfully achieved. The quadriceps femoris muscle in the affected limb circumference in the first measurement gained (F1) – 1cm, in the second measurement (F2) – 1.5cm, and the knee joint circumference (K) decreased by 0.5cm as a result of the reduction of oedema. Full range of the knee joint mobility was observed and lack of pain complaints concerning the medial compartment of the knee joint. The patient was informed about the necessity to undertake further prophylactic actions in home conditions – instruction concerning proprioception training of the knee joint.

CONCLUSIONS

1. Aquatic therapy may be an effective form of supplementation of therapy in patients after anterior cruciate ligament reconstruction.
2. An early mobilization of the patient in unloading conditions provided by the aquatic environment reduces exudation into the joint, increases the range of motion, and normalizes the gait pattern.
3. Progression of aquatic exercises precedes land exercises, which contributes to the acceleration of the outcomes of therapy, which is important primarily for physically active persons – sportsmen. A greater safety of therapy, lack of pain, acceleration of the progression of exercises are also important psychological factors.

References

1. Lisiński P, Pawelec A, Samborski W. Zasady fizjoterapii po leczeniu operacyjnym rozerwanych więzadeł krzyżowych przednich stawu kolanowego. *Fizjoterapia*. 2009;17(1): 60-65.
2. Ogonowska-Słodownik A, Słodownik R. Rehabilitacja w wodzie po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (ACL). *Rehabilitacja w praktyce*. 2016;5:54-58.

3. Sztuce S. Artroskopowa rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego. Zasady fizjoterapii. Część I. Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja. 2013;40:47-52.
4. Kaczorowska A, Katan A. Rehabilitacja po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego metodą neoligaments – opis przypadku. Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja. 2015;60:6-14.
5. Parys M, Witoński D. Przyczyny i mechanizm uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego u kobiet. Balneologia Polska. 2008; 50(3):225-229.
6. Matuszewska W, Tomczak H. Fizjoterapia po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Balneologia Polska. 2007;49(3):178-185.
7. Rosiński M. Przygotowanie pacjenta do zabiegu rekonstrukcji ACL po urazie stawu kolanowego. Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja. 2011;23:9-14.
8. Culvenor AG, Patterson BE, Guermazi A et al. Accelerated return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction and early knee osteoarthritis features at 1 year: An exploratory study. PM R. 2018;10:349-356.
9. Buckthorpe M, Pirotti E, Della Villa E. Benefit of use of aquatic during rehabilitation after ACL reconstruction – a clinical commentary. Int J Sports Phys Ther. 2019;14(6): 978-993.
10. Diermeier T, Tisherman R, Hughes J et al. Quadriceps tendon anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2020.
11. Svantesson E, Sundemo D, Hamrin Senorski E, Alentorn-Geli E, Musahl V, Fu FH, Desai N, Ståhlman A, Samuelsson K. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction is superior to single-bundle reconstruction in terms of revision frequency: a study of 22,460 patients from the Swedish National Knee Ligament Register. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017;25:3884-3891.
12. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF et al. Return to pre-injury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. Am J Sports Med. 2011;39:538-543.
13. Ardern CL. Anterior cruciate ligament reconstruction- not exactly a one-way ticket back to preinjury level: a review of contextual factors affecting return to sport after surgery. Sports Health. 2015;7:224-230.
14. Wiggins AJ, Granhi RK, Schneider DK et al. Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med. 2016;44:1861-1876.
15. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC et al. Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. Am J Sports Med. 2014;42:1567-1573.
16. Webster KE, Feller JA. Exploring the high reinjury rate in younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2016.
17. Ogonowska-Słodownik A. Metody oceny terapii w środowisku wodnym. Rehabilitacja w praktyce. 2016;6:48-51.
18. Maruszewska A, Panasiuk L, Buczej A, Pecyna A. Effect of Therapy Using Aquatic Treadmill on the Functional Status of Patients with Knee Arthritis. Acta Balneologica. 2020;1(159):27-32.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 15.03.2020

Accepted: 15.04.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Agnieszka Maruszewska

Rehabilitation Centre, Institute of Rural Health

Jaczeńskiego 2 St., 20-090 Lublin, Poland

phone: +48 81 718 44 51

e-mail: aga_maruszewska@op.pl

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0002-7725-6691 – Agnieszka Maruszewska (A, B, C, D, F)

0000-0001-6210-2887 – Lech Panasiuk (E)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data,

C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article,

E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

Informacja prasowa

DOTACJE UNIJNE NA DZIAŁALNOŚĆ FIZJOTERAPEUTYCZNĄ

Dotacje unijne, dokumenty, zaświadczenia – większość z nas na samą myśl o nich dostaje gęsiej skórki, nie mówiąc już o próbie podjęcia się wypełnienia jakiegokolwiek wniosku. Nie możemy jednak zapomnieć, że fundusze, które możemy uzyskać dzięki tej całej procedurze są w stanie zapewnić profesjonalny start działalności fizjoterapeutycznej lub pomóc w jej rozwinięciu i prawidłowemu funkcjonowaniu, na przykład poprzez zakup potrzebnego sprzętu. Całe szczęście dotacjami unijnymi zajmują się osoby, które są już w tej dziedzinie specjalistami. Firma Technomex i specjaliści ds. projektów badawczo-rozwojowych przeprowadzą nas przez ten skomplikowany proces w sposób prosty i całkowicie przyjemny, dzięki czemu każdy fizjoterapeuta marzący o rozwoju działalności będzie w stanie podjąć się próby pozyskania dotacji na swoje cele i inwestycje.

(www.technomex.pl)

The Role of Epigenetic Mechanisms in the Development of Obesity

Rola mechanizmów epigenetycznych w rozwoju otyłości

DOI: 10.36740/ABAL202002106

Marta Pacholczyk¹, Ewelina Dzwonkowska², Tomasz Ferenc¹¹Department of Biology and Medical Genetics, Chair of Rehabilitation of the Medical University in Lodz, Poland²Department of Nephrology, Hypertension and Family Medicine, Medical University of Lodz, Poland

SUMMARY

Obesity is an important medical and civilization problem due to health consequences and increasing incidence. The development of obesity is influenced by genetic and environmental factors. Despite intensive research the results of which allowed to identify genetic variants predisposing to the development of obesity, the knowledge about the genetic basis of this metabolic disease still remains incomplete. Furthermore, the contribution of single polymorphic gene variants to shaping the obesity phenotype is minimal and accounts for a small part of body weight variability. The need for further research in the field of obesity etiology has increased the interest in the role of epigenetics as a mediator of gene-environment interactions, underlying the development of obesity and related comorbidities. Epigenetics deals with changes in gene expression that are not related to changes of the nucleotide sequence in DNA. Epigenetic modifications include DNA methylation, post-translational modifications of histone proteins and synthesis of non-coding microRNA (miRNA).

There is growing evidence indicating that environmental exposures (among others the influence of nutrients) in prenatal and early postnatal development may induce permanent changes in the epigenome, predisposing to an increased risk of obesity in later life. Epigenome-Wide Association Study (EWAS) allowed to indicate differences in the methylation pattern of genes in obese people compared to healthy subjects with normal body weight as well as to identify the first epigenetic markers of obesity in humans. EWAS also allowed to recognize epigenetic changes under the influence of nutrients, during weight loss and occurring during exercise interventions. Significant progress in epigenetic studies on the causes of obesity will allow to predict the risk for this metabolic disease already at a young age and it gives the possibility of introducing targeted prevention strategies.

Key words: obesity, epigenetics, DNA methylation, histone modifications, microRNA, diet, physical activity

STRESZCZENIE

Otyłość jest obecnie istotnym problemem medycznym i cywilizacyjnym ze względu na konsekwencje zdrowotne oraz wzrastającą częstość występowania. Na rozwój otyłości mają wpływ nie tylko czynniki genetyczne, ale przede wszystkim środowiskowe. Mimo intensywnych badań, których wyniki pozwoliły na identyfikację wariantów genetycznych predysponujących do rozwoju otyłości, nadal wiedza o podłożu genetycznym tej choroby metabolicznej jest niepełna. Ponadto udział pojedynczych wariantów polimorficznych genów w kształtowaniu fenotypu otyłości jest minimalny i odpowiada za niewielką część zmienności masy ciała. Potrzeba dalszych badań w zakresie etiologii otyłości spowodowała wzrost zainteresowania rolą epigenetyki jako mediatora interakcji gen-środowisko, leżących u podstaw rozwoju otyłości i związanych z nią chorób współistniejących. Epigenetyka zajmuje się zmianami ekspresji genów, które nie są związane ze zmianami sekwencji nukleotydów w DNA. Modyfikacje epigenetyczne obejmują metylację DNA, modyfikacje posttranslacyjne białek histonowych oraz syntezę niekodującego mikroRNA (miRNA).

Istnieje coraz więcej dowodów wskazujących, że ekspozycje środowiskowe (m.in. wpływ składników odżywczych) w rozwoju prenatalnym i wczesnym postnatalnym mogą indukować trwałe zmiany w epigenomie, predysponując do zwiększonego ryzyka otyłości w późniejszym okresie życia. Badania asocjacyjne epigenomu (EWAS) pozwoliły wskazać różnice wzoru metylacji genów u osób otyłych w porównaniu ze zdrowymi osobami o prawidłowej masie ciała, jak również zidentyfikować pierwsze markery epigenetyczne otyłości u ludzi. Badania EWAS pozwoliły także rozpoznać zmiany epigenetyczne zachodzące pod wpływem składników odżywczych, podczas utraty masy ciała oraz pojawiające się w trakcie interwencji wysiłkowych. Znaczący postęp w badaniach epigenetycznych przyczyn otyłości pozwoli przewidywać ryzyko tej choroby metabolicznej już w młodym wieku i otwiera możliwość wprowadzenia ukierunkowanych strategii profilaktyki.

Słowa kluczowe: otyłość, epigenetyka, metylacja DNA, modyfikacja histonów, mikroRNA, dieta, aktywność fizyczna

INTRODUCTION

The number of overweight and obese subjects is growing at an alarming rate, taking the form of an epidemic [1]. All over the world, especially in developed countries, including Poland, obesity has become one of the most important health problems. Excess accumulation of adipose tissue is an important risk factor for the development of diabetes, metabolic syndrome, cardiovascular diseases, renal impairment, respiratory system diseases, certain types of cancer and, consequently, premature death [2]. World Health Organization (WHO) defines obesity as a chronic multifactorial disease characterized by an excessive body fat mass, above 25% body mass in men and 30% body mass in women and BMI value $> 30 \text{ kg/m}^2$ [2]. Both genetic and environmental factors contribute to the development of obesity, including abnormal eating habits, reduced physical activity and sleep deprivation [3, 4]. Genetic determinants of obesity are multiple-gene factors and they are very complex. The latest data indicate that the variability of BMI (body mass index) in children and adults is conditioned in 30-40% by common single mononucleotide polymorphisms (SNPs) in genes regulating food intake, metabolism or preadipocyte differentiation [4]. The recent Genome-Wide Association Studies (GWAS) have contributed to the discovery of many SNPs in genes strongly associated with obesity, each of which is responsible for a small proportion of body weight variability [4].

Scientists are increasingly emphasizing that gene-environment interaction is responsible for the acquisition of excessive body weight, where a genetic predisposition to the development of obesity in combination with an obesogenic environment and unrestricted access to high-calorie foods promote the development of obesity [1, 4]. Clinical and epidemiological studies indicate that epigenetic mechanisms underlie gene-environment interactions [4] and that obesity and its complications may be the result of epigenetic changes [5].

Epigenetics is a study of the changes in gene expression that do not involve changes to the nucleotide sequence in DNA [6, 7]. Epigenetic modifications reflect the impact of environmental factors, including dietary components, on the regulation of gene expression [6-8]. Epigenetic processes responsible for the regulation of gene expression change the access of transcription factors to the promoter region of a gene [8]. There has been provided evidence indicating that epigenetic processes occurring in the prenatal and early postnatal period under the effect of nutrients may predispose to the risk of obesity in adult life [9]. Epigenetic mechanisms responsible for determining specific gene expression patterns include DNA methylation, post-translational modifications of histone proteins, and synthesis of non-coding microRNA (miRNA) [1].

EPIGENETIC REGULATION OF GENE EXPRESSION DNA METHYLATION

DNA methylation is the most persistent enzymatic, post-replication modification of DNA based on the covalent attachment of a methyl group ($-\text{CH}_3$) to carbon at position 5 of cytosine, with the participation of methyltransferase enzymes - DNMT (deoxyribonucleic acid methyltransferase). Cytosine

residues of CG dinucleotides are predominantly methylated in human DNA and methylation is always symmetric and induces both complementary DNA strands [10]. Dinucleotide CG sequences are unevenly distributed throughout the genome, only a small number of them occur in clusters called CpG islands. Most CpG islands occur in the region of promoters and in the first few exons of genes that are essential for cell function. Usually these are housekeeping genes, tissue-specific genes and regulatory genes [10]. The level of expression of a given gene is closely correlated with the degree of CG dinucleotides methylation [11]. DNA methylation in the gene promoter silences transcription by two mechanisms: 1) the presence of methyl groups prevents the transcription factor from attaching, 2) binding to the methylated promoter sequence of specific MBD proteins (methyl-CpG-binding domain proteins) that interact with histone deacetylase and chromatin remodeling complexes, leading to changes in the structure of chromatin and, consequently, to reduced access for transcription factors [10]. Gene coding fragments and their promoters usually remain unmethylated. The DNA methylation pattern is mainly established during embryonic development, cell differentiation and is then transmitted to daughter cells via cell division [7].

THE ROLE OF DNA METHYLATION IN THE PATHOGENESIS OF OBESITY

The effect of DNA methylation on gene expression is well documented and methylation disorders at an early stage of organism development may predispose to the development of multifactorial diseases in adult life to the same extent as changes in DNA sequence [9]. Initially, a predisposition to the development of obesity was associated with genomic imprinting disorders in humans. Genomic imprinting, referred to as parental imprinting, is a process of transcriptional gene silencing depending on whether they come from mother or father. This phenomenon leads to monoallelic gene expression. Inactivated alleles are strongly methylated [12]. Appropriate imprinting is important for proper growth and development, cell differentiation and the course of metabolic processes. Most imprinted genes encode transcription factors (e.g. IGF2, insulin growth factor 2) or proteins that regulate gene expression (e.g. *GRB10*), therefore development of obesity is one of the observed effects of methylation pattern disorders [9,12]. Prader-Willi syndrome [OMIM ID:176270] is a characteristic example of the relationship between epigenetics and the occurrence of obesity. It is most frequently caused by interstitial deletion of the long arm chromosome 15 fragment (15q11.2-q13) of paternal origin (~70%), uniparental disomy of maternal origin - mUPD15 (~25%) or mutations in the region termed 'the imprinting center' in chromosome 15 (~5%). The clinical manifestations of Prader-Willi syndrome include, among others: short stature, poor muscle tone, intellectual disability, genital hypoplasia (hypogonadism) and obesity caused by excessive appetite [12]. Obesity is also observed in Albright hereditary osteodystrophy which is caused by epigenetic defects in the imprinted *GNAS* gene [12]. The above disorders are rare and this is certainly not the only cause of obesity.

Many research studies emphasize the significant impact of the external environment on early epigenetic changes that permanently increase susceptibility to the development of obesity [6, 9]. Numerous epidemiological studies and those conducted with laboratory animals prove that insufficient supply of nutrients in the early stages of body development and delayed intrauterine growth of the fetus increase the risk of developing metabolic (obesity, type 2 diabetes, hypercholesterolemia) and cardiovascular diseases in adulthood [1]. For instance, low birth weight infants that quickly gain weight in the first period of life have a higher risk of obesity and metabolic syndrome in the future compared to newborns with normal birth weight [13]. Increasing data indicate that the cause of developmental adaptations favoring obesity and increasing the risk of metabolic and cardiovascular diseases is obesity in pregnancy or gestational diabetes as well as excess nutrient supply in early life [14]. Studies confirming the above observations showed that children born after maternal bariatric surgery, in comparison with siblings born before the surgery, were less susceptible to the development of obesity, their lipid profile improved and insulin sensitivity increased [15]. The mechanisms determining the influence of the mother's nutritional status and weight on the risk of metabolic diseases in their children are not yet fully understood. In studies assessing the entire genome methylation in siblings not exposed in prenatal development to maternal obesity and children born before maternal weight loss, there were found differences in the degree of methylation and expression of over 5000 genes most of them involved in glucose metabolism, insulin signal transduction, modulating inflammation or the risk of developing autoimmune and cardiovascular diseases. The obtained results confirm the effectiveness of bariatric treatment in relation to epigenome and transcriptome status in offspring [16]. The significance of methylation of intragenic segments, which is much higher compared to regulatory regions, is currently being intensively studied. It has been observed that intragenic methylation includes highly conserved sequences and it can inhibit the expression of tissue-specific genes. However, as recent studies have shown, the attachment of methyl groups to intragenic sequences may be associated with an increase in gene expression [17, 18]. The results of subsequent experiments indicate that transcription start sites are usually located intragenically or between genes in regions where there are large numbers of methylated CpG islands, whereas less than 3% of CpG dinucleotides are methylated in the promoter region. On this basis, it is assumed that methylation of intragenic regions plays an important role in regulating the activity of intragenic promoters, as well as in the formation of alternative tissue-specific transcripts [18]. Moreover, contrary to popular belief, it appears that methylation of CpG islands within the promoters of most autosomal genes does not play a major role in regulating their expression. Presumably, acetylation and methylation of histones are more important for this process [18]. Results of the latest research indicate that in most of the human genome, even small changes in the methylation of some CpG islands located outside of the promoter region translate into distinct differences in

gene expression level [17]. In the world literature there are published more and more studies the subject of which was the analysis of the methylation pattern of selected genes promoter regions in obesity [19]. Their results clearly indicate that studies on epigenetic changes in the course of obesity and its comorbidities are relevant and promising direction for scientific research. It is believed that the variability of the DNA methylation pattern shapes the individual susceptibility to obesity [20]. Moreover, in obese patients there may be observed global DNA hypomethylation which can be caused by the disturbed methyl group metabolism [21]. The progressive development of molecular biology techniques has contributed to the elaboration of advanced methods for analyzing gene expression or the impact of epigenetic factors on the activity of individual genome regions. Epigenome-Wide Association Studies (EWAS) enable simultaneous analysis of numerous methylation sites of many thousands of genes and their association with body weight in humans [22]. An analysis carried out in the European population showed that increased BMI was associated with increased methylation at the HIF-3 α gene encoding hypoxia-inducible factor in peripheral blood leukocytes and in adipose tissue [22]. Using the EWAS technique, it has been demonstrated that in obesity there appear methylations in the region of genes the protein products of which are involved in lipid metabolism, immune response, cytokine and other effects [23].

The importance of epigenetic processes in the development of human obesity is evidenced by the results of studies in which it was observed that significant changes in the DNA methylation profile appear not only during the early development but they are age-related, affected by environmental factors and may also be dependent on the genotype of individual genes [24]. A gene, the genetic variability of which may be associated with a predisposition to developing giant obesity, also by affecting the epigenetic pattern, is the fat mass and obesity associated (FTO) gene, the product of which is a protein with nucleic acid demethylase activity that catalyzes the removal of the methyl group from 3-methylthymine in single-stranded DNA and 3-methyluracil in RNA. Data collected in the course of molecular studies indicate that SNPs of the FTO gene may have an impact on eating behavior (control of food intake), energy expenditure, susceptibility to weight reduction as well as on the development of numerous complications associated with obesity [25]. FTO protein is thought to be involved in the control of DNA repair, regulation of the expression of other genes, in the metabolism of fatty acids, it is also responsible for post-translational modifications of histone proteins [26]. The latest data suggest that FTO protein protects against the harmful effects of single-stranded nucleic acid methylation and thus may be involved in rRNA function regulation [26]. Almén et al. [20] observed a relationship between the polymorphic allele (rs9939609) of the FTO gene and the change in the methylation profile of some genes. Considering the above aspects, it should be assumed that the impact of genetic variation at the FTO gene *locus* on the development of obesity can be realized through epigenetic mechanisms [20]. Despite extensive research, the function

of the FTO gene product in the human body is not yet fully understood [25]. Nevertheless, studies on the structure and function of the FTO protein can be a reference point for the development of effective FTO inhibitors used in the treatment of obesity and type 2 diabetes [26].

EPIGENETIC MODIFICATIONS OF HISTONE PROTEINS

Histone proteins play an essential role in the structural organization of chromatin. Histone modifications include acetylation, methylation, phosphorylation, ubiquitination, sumoylation/conjugation with SUMO (small ubiquitin-like modifier) and ADP-ribosylation [7]. Histone acetylation, which consists in attaching the acetyl group to lysine in the N-terminal tail of core histone, is the best known modification. Acetylation neutralizes the positive charge of lysine residues, thereby decreases the affinity of histones for DNA, relaxes the chromatin structure allowing transcription factors access to DNA. Histone acetylation is a reversible process [27]. Removal of acetyl residues from histone lysine/arginine proteins leads to chromatin condensation and gene expression silencing [27].

Histone methylation is associated with both transcriptional silencing and activation of genes. Attachment of one, two or three methyl groups to lysine residues K4 and K36 of histone H3 stimulates the formation of an open, transcriptionally active chromatin structure. Methylation of lysine-4 prevents binding of Nucleosome Remodeling and Deacetylase (NuRD) complex to histone H3 ensuring that this histone remains acetylated [28]. Methylation of lysine residues K9 and K27 of histone H3 leads to the formation of a heterochromatin and gene expression silencing [29]. It has been shown that the activity of histone protein modifying enzymes plays an important role in the process of adipocyte differentiation which may become the basis for pharmacological therapy of obesity and insulin resistance [29].

NON-CODING RNA

Recent studies have led to the discovery of small regulatory RNA (srRNA) involved in gene silencing. srRNAs are divided into two main groups: micro RNA (miRNA) and small interfering RNA (siRNA) [30]. They are single-stranded, non-coding regulatory molecules, 20-24 nucleotides in length, formed from double-stranded precursors that play an important role in post-transcriptional regulation of gene expression [7]. Scientific reports indicate that miRNAs play a key role in many physiological processes, including such as adipocyte differentiation and metabolism and regulation of insulin secretion and activity. miRNA has also been shown to influence significantly the development of metabolic diseases [30].

THE ROLE OF MIRNA IN THE PATHOGENESIS OF OBESITY

In recent years, there has been increasingly pointed out the important role of post-transcriptional regulation of miRNA gene expression in the pathogenesis of obesity, type 2 diabetes and metabolic syndrome. The most important in this respect are pancreatic β -cells, liver, skeletal and heart muscle as well as adipose tissue homeostasis disorders of which result in obesity and its complications [31]. The results of studies on

the molecular mechanisms leading to the development of obesity indicate that miRNAs play a key role in the process of adipogenesis and have a significant impact on the metabolic and endocrine function of adipose tissue [32]. It is suggested that the increased amount of adipose tissue in obesity causes changes in miRNA expression in adipocytes. Furthermore, it is suspected that a decrease in the biosynthesis of some miRNAs in adipocytes and a decreased level of various miRNAs in adipose tissue may be one of the molecular mechanisms in the development of obesity-related complications [31]. In studies of Haneghan et al. [33] assessing changes in miRNA expression in obesity, there was observed decreased expression of six miRNAs (miR-17-5p, miR-132, miR-34a, miR-99a, miR-145, miR-195) and increased expression of miR-122 and miR-143 in omental adipose tissue and in the blood of obese individuals compared to non-obese individuals. The most significant decrease in biosynthesis was observed for miR-17-5p and miR-132 the expression of which correlated negatively with the BMI [33]. The exact number of miRNAs that are characterized by altered expression in adipose tissue is unknown. One study showed an underexpression of about 30 miRNAs and overexpression of about 10 miRNAs [32]. Seven types of miRNAs have been identified in the latest research, their expression increases or decreases in the course of obesity [34]. Genes whose expression is regulated by these miRNAs are involved in cell cycle control, signal transduction pathways, they affect CNS function, regulate immune response, participate in lipid and protein metabolism, regulate pancreatic secretory function and also affect circadian rhythm [34]. The above spectrum of processes in which miRNAs are involved indicates their huge potential for regulating gene expression.

In the light of the above data, it is interesting to search for new markers of obesity and metabolic diseases among miRNAs [35]. Recently, there are more and more reports about the presence of miRNAs in blood and about the possibility of their use as specific markers of obesity [34]. Changes in the profile of circulating miRNAs that occur with metabolic imbalance can contribute to the identification of patients at increased risk of developing obesity and associated diseases, can be helpful in the diagnosis of metabolic diseases taking into account the etiological factor and can also become the basis for the prevention of obesity complications. Analysis of miRNA profile during body weight normalization therapy will allow monitoring the effectiveness of therapeutic procedures [35].

Changes of lifestyle associated with the access to high-calorie food and reductions in physical activity are primary factors leading to obesity and responsible for the enormous obesity epidemic [3]. Therefore, it is assumed that changes in the miRNA profile present in obese individuals will be reversible under the effect of therapeutic interventions leading to weight loss. The proof of this assumption are the results of studies that showed that owing to physical activity the level of miR-222 reduced in pre-diabetes increased in healthy subjects and the expression of miR-21 and miR-221 reduced in obese individuals also increased. Increased expression of some miRNAs was also observed after bariatric surgery or metformin treatment which indicates that the level of these

types of miRNA closely correlates with body weight and tissue sensitivity to insulin [34].

On the basis of the obtained information which miRNAs play a significant role in the metabolism of adipose and other insulin-dependent tissues, it will be possible in the future to develop new therapeutic methods in the treatment of obesity and associated diseases such as type 2 diabetes. These methods will be based on the strategy of blocking endogenous miRNAs with increased activity or on induction of miRNAs with decreased expression in the course of obesity [31]. Further research is needed to better understand miRNA function and to use the acquired knowledge for diagnostic purposes and above all to develop new therapeutic strategies in the treatment of obesity and its complications.

CONCLUSION

Knowledge about the role of epigenetic processes in the etiology of obesity is still incomplete. Better understanding of epigenetic mechanisms underlying the development of obesity is an important element in the creation of highly individualized strategies for the prevention and treatment of this global epidemic. With regard to epigenetic research in the field of obesity and its complications, the first step is to identify epigenetic markers associated with the risk of obesity and to indicate those that can be modified by exercise and active diet components. The next step will be to work out nutritional recommendations and other elements of healthy lifestyle, counteracting adverse epigenetic changes that lead to obesity [7]. Identification of specific changes in the methylation pattern of genes whose protein products are associated with weight regulation, histone modification or changes in the miRNA profile in humans will help predict individual susceptibility to the development of obesity and allow for the development of an effective obesity prevention and therapy plan [1, 7]. Taking into account patient's individual conditions resulting from genetic diversity and the presence of specific epigenetic changes will contribute to the increase of the effectiveness of therapy reducing excess body weight as well as to achieve permanent treatment effects.

References

- Sun W, von Meyenn F, Peleg-Raibstein D, Wolfrum C. Environmental and Nutritional Effects Regulating Adipose Tissue Function and Metabolism Across Generations. *Adv Sci*. 2019;6.
- Siwacki S, Ponikowska I, Przybyszewska J, Veryho N. Ocena szacunkowa bilansu energetycznego u otyłych leczonych w warunkach uzdrowiskowych. *Acta Balneol*. 2017;1(147):35-43.
- Davis RAH, Plaisance EP, Allison DB. Complementary hypotheses on contributors to the obesity epidemic. *Obesity*. 2018; 26(1):17-21.
- Rohde K, Keller M, la Cour Poulsen L, Blüher M, Kovacs P, Böttcher Y. Genetics and epigenetics in obesity. *Metabolism*. 2019;92:37-50.
- Youngson NA, Morris MJ. What obesity research tells us about epigenetic mechanisms. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2013;368(1609):20110337.
- Crujeiras AB, Diaz-Lagares A, Sandoval J. et al. DNA methylation map in circulating leukocytes mirrors subcutaneous adipose tissue methylation pattern: a genome-wide analysis from non-obese and obese patients. *Sci Rep*. 2017;7:41903.
- Loh M, Zhou Li, Ng HK, Chambers JC. Epigenetic disturbances in obesity and diabetes: epidemiological and functional insights. *Mol Metab*. 2019;27S:533-541
- Trerotola M, Relli V, Simeone P, Alberti S. Epigenetic inheritance and the missing heritability. *Hum Genomics*. 2015;9-17.
- Fall CHD, Kumaran K. Metabolic programming in early life in humans. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2019:374.
- Bird A. DNA methylation patterns and epigenetic memory. *Genes Dev*. 2002; 16(1):6-21.
- Choi SW, Friso S. Epigenetics: a new bridge between nutrition and health. *Adv Nutr*. 2010;1(1):8-16.
- Ishida M, Moore GE. The role of imprinted genes in humans. *Mol Aspects Med*. 2013;34(4):826-40.
- Thompson RF, Einstein FH. Epigenetic basis for fetal origins of age-related disease. *J Women Health (Larchmt)*. 2010;19(3):581-587.
- Vasylyeva TL, Barche A, Chennasamudram SP, Sheehan C, Singh R, Okogbo ME. Obesity in prematurely born children and adolescents: follow up in pediatric clinic. *Nutr J*. 2013;12(1):150.
- Kral JG, Biron S, Simard S, Hould FS, Lebel S, Marceau S, Marceau P. Large maternal weight loss from obesity surgery prevents transmission of obesity to children who were followed for 2-18 years. *Pediatrics*. 2006;118(6):1644-9.
- Smith J, Cianflone K, Biron S, et al. Effects of maternal surgical weight loss in mothers on intergenerational transmission of obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(11):4275-83.
- Guénard F, Lamontagne M, Bossé Y et al. Influences of gestational obesity on associations between genotypes and gene expression levels in offspring following maternal gastrointestinal bypass surgery for obesity. *PLoS One*. 2015;10(1): 0117011.
- Ball MP, Li JB, Gao Y et al. Targeted and genome-scale strategies reveal gene-body methylation signatures in human cells. *Nat Biotechnol*. 2009;27(4):361-8.
- Youngson NA, Morris MJ. What obesity research tells us about epigenetic mechanisms. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2013;368(1609): 20110337.
- Almén MS, Jacobsson JA, Moschonis G, Benedict C, Chrousos GP, Fredriksson R, Schiöth HB. Genome wide analysis reveals association of FTO gene variant with epigenetic changes. *Genomics*. 2012;99(3):132-7.
- Campión J, Milagro FI, Martínez JA. Individuality and epigenetics in obesity. *Obesity Rev*. 2009;10(4):383-92.
- Dick KJ, Nelson CP, Tsaprouni L et al. DNA methylation and body-mass index: a genome-wide analysis. *Lancet*. 2014; 383(9933):1990-8.
- Pan H, Lin X, Wu Y et al. HIF3A association with adiposity: the story begins before birth. *Epigenomics*. 2015;7(6):937-50.
- Ronn T, Volkov P, Gillberg L et al. Impact of age, BMI and HbA1c levels on the genome-wide DNA methylation and mRNA expression patterns in human adipose tissue and identification of epigenetic biomarkers in blood. *Hum Mol Genet*. 2015;24(13):3792-3813.
- Gulati P, Yeo GS. The biology of FTO: from nucleic acid demethylase to amino acid sensor. *Diabetologia*. 2013;56(10):2113-21.
- Han Z, Niu T, Chang J et al. Crystal structure of the FTO protein reveals basis for its substrate specificity. *Nature*. 2010;464(7292):1205-9.
- Musri MM, Gomis R, Párrizas M. A chromatin perspective of adipogenesis. *Organogenesis*. 2010;6(1):15-23.
- Leighton G, Williams DC Jr. The Methyl-CpG Binding Domain 2 and 3 proteins and formation of the Nucleosome Remodeling and Deacetylase complex. *J Mol Biol*. 2019; <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.10.007>.
- Yoo EJ, Chung JJ, Choe SS, Kim KH, Kim JB. Down-regulation of histone deacetylases stimulates adipocyte differentiation. *J Biol Chem*. 2006;281(10): 6608-15.

30. Landrier JF, Derghal A, Mounien L. MicroRNAs in obesity and related metabolic disorders. *Cell*. 2019;8:859.
31. Vienberg S, Geiger J, Madsen S, Dalgaard LT. MicroRNAs in metabolism. *Acta Physiol (Oxf)*. 2017;219(2):346-61.
32. Arner P, Kulyté A. MicroRNA regulatory networks in human adipose tissue and obesity. *Nat Rev Endocrinol*. 2015;11(5):276-88.
33. Heneghan HM, Miller N, McAnena OJ, O'Brien T, Kerin MJ. Differential miRNA expression in omental adipose tissue and in the circulation of obese patients identifies novel metabolic biomarkers. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011; 96(5):846-850.
34. Villard A, Marchand L, Thivolet C, Rome S. Diagnostic value of cell-free circulating microRNAs for obesity and type 2 diabetes: a meta-analysis. *J Mol Biomark Diagn*. 2015;6(6):251.
35. Párrizas M, Novials A. Circulating microRNAs as biomarkers for metabolic disease. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2016;30(5):591-601.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 15.11.2019

Accepted: 20.12.2019

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Marta Pacholczyk
Department of Biology and Medical Genetics, Department of Rehabilitation,
Medical University of Lodz
Narutowicza 60 St.
90-131 Lodz, Poland
phone: + 48 42 358 44 81
e-mail: marta.pacholczyk@umed.lodz.pl

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0001-9010-5348 – Marta Pacholczyk (A, B, C, D, E)
0000-0002-6799-4746 – Ewelina Dzwonkowska (B, C, D)
0000-0002-2764-0871 – Tomasz Ferenc (A, E, F)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data,
C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision
of the article, F – Final approval of article

W imieniu Redakcji i Wydawcy Acta Balneologica – oficjalnego czasopisma Polskiego Towarzystwa Balneologii i Medycyny Fizykalnej (ukazuje się od 1905 r.) serdecznie zapraszamy na nową stronę internetową www.actabalneologica.eu na której m.in. publikujemy artykuły w otwartym dostępie. Przypominamy, że Acta Balneologica jest w bazie Web of Science (ESCI), EBSCO, ma 20 punktów MNiSW oraz posiada stały patronat Komitetu Rehabilitacji PAN.

Jednocześnie zachęcamy Państwa do odwiedzenia i polubienia profilu Acta Balneologica na Facebooku. <https://www.facebook.com/actabalneologica/>. Zamieszczamy tam posty z zakresu medycyny uzdrowiskowej, będziemy dzielić się informacjami dotyczącymi metod leczenia w uzdrowiskach.

Naturalną konsekwencją naszych działań w obszarze medycyny uzdrowiskowej jest powołanie do życia w 2019 roku Polskiego Towarzystwa Pacjentów Uzdrowiskowych. O celach, zadaniach i metodach działania tego Towarzystwa mogą się Państwo dowiedzieć na stronie www.uzdrowiskowi.pl. Tu też można pobrać deklarację członkowską. Zapraszamy do odwiedzenia naszych stron w internecie, zachęcamy do kontaktu z nami i współpracy.

Wydawca i Redakcja

Chronic Venous Insufficiency and Post-thrombotic Syndrome; Approach to Management and Health Resort Treatment

Przewlekła niewydolność żylna i zespół pozakrzepowy; postępowanie oraz leczenie uzdrowiskowe

DOI: 10.36740/ABAL202002107

Antoni Stadnicki¹, Izabela Stadnicka², Michał Szczerba¹, K'tso Nghargbu³¹University of Technology, Faculty of Medicine, Katowice, Poland²Department of Molecular Biology, Faculty of Pharmacy, Sosnowiec, Silesian Medical University, Katowice, Poland³Department of Geology and Mining, Nasarawa State University, Keffi, Nigeria

SUMMARY

Introduction: Post-thrombotic syndrome (PTS) is the most common complication of deep vein thrombosis (DVT), and develops in 20–50% of patients after a proximal DVT. Balneotherapy and hydrotherapy is justified in treatment of primary or post-thrombotic chronic venous insufficiency (CVI).

Material: A review of articles was done in electronic databases Pubmed and Medline by keywords: postthrombotic syndrome, chronic venous insufficiency in conjunction with balneotherapy, hydrotherapy, kinesitherapy, coagulation.

Results: Main risk of PST is considered as extensive proximal character of DVT, pre-existing CVI, older age, high body mass index, pre-existent varicosities. PTS refers to clinical manifestations of CVI, and is common cause of unilateral CVI. The thrombus itself may lead to venous valves destruction and reflux. The Villalta PTS scale may define and classify the severity of PTS Venous leg ulcers is the most advanced clinical manifestation of the disease. Prevention of PTS begins with prevention of initial and recurrent DVT includes use of compression stockings and anticoagulant medications. Treatment guidelines recommend anticoagulant therapy - five days with heparin followed by three months of oral anticoagulant after acute event, with subsequent long-term of extended therapy depending on patient's risk of recurrence. Recent clinical trials indicate that the use of new anticoagulants (NOAS) reduces the incidence of PTS. Ultrasound compression test of the leg veins evaluates the degree of obstruction by clots. Medical therapy of CVI has still not efficient. Carbon dioxide baths and ozone baths have favorably affect hemostasis system. However there are only a few controlled studies evaluating effects of balneotherapy in primary and post-thrombotic CVI. The favorable effect of these mineral baths may result from both hydrostatic effects as well as the contribution with specific chemico-physical properties. The controlled trials (in patients with C3 -C5 stage) shown that balneohydrotherapy and kinesitherapy have decreased signs and symptoms in patients with primary and post - thrombotic CVI.

Conclusions: The Health Resort treatment of patients with CVI in the mechanism of post-thrombotic syndrome should be preceded by evaluation of the venous system of the lower limb by compression ultrasound. Balneotherapy and hydrotherapy seem to be effective and safe procedures even in patients with advanced primary and post-thrombotic CVI stage.

Key words: post-thrombotic syndrome, chronic venous insufficiency, leg ulcer, balneotherapy, hydrotherapy, coagulation

STRESZCZENIE

Wstęp: Zespół pozakrzepowy (ZPZ) stanowi częstą komplikację (w 20-50%) zmian zakrzepowo-zatorowych układu żylnego kończyn dolnych. Balneoterapia i hydroterapia mogą mieć znaczenie w leczeniu pierwotnej i pozakrzepowej przewlekłej niewydolności żylny (PNŻ).

Material: Przegląd artykułów w bazach elektronicznych Pubmed i Medline według haseł: pos-tthrombotic syndrom, chronic venous insufficiency, w połączeniu z hasłami: balneotherapy, hydrotherapy kinesitherapy, coagulation.

Wyniki: Główne czynniki ryzyka ZPZ to zmiana zakrzepowo-zatorowa żyły proksymalnej kończyny dolnej, obecna PNŻ lub żylaki, podeszły wiek, wysoki indeks masy ciała. Kliniczne objawy i zmiany ZPZ odnoszą się również do PNŻ. Zakrzep w układzie żylnym kończyny dolnej powoduje destrukcję układu zastawek żylnych i wsteczny refluks krwi. Skala kliniczna ZPZ Villalta definiuje i przedstawia stopień zaawansowania ZPZ. W postaci najbardziej zaawansowanej może występować owrzodzenie żylny. W leczeniu żylny zmiany zakrzepowo-zatorowej, które stanowi również prewencje ZPZ, stosuje się heparynę drobnocząsteczkową przez 5 dni z jednoczesnym podaniem leku doustnego (acenokumarol lub warfaryny) przez 3-6 miesięcy. Jednocześnie leczenie środkami mechanicznymi, głównie pończochami uciskowymi. Niedawne próby kliniczne wskazują, że stosowanie nowych leków przeciwkrzepliwych - inhibitorów czynnika X i trombiny, zmniejsza częstość ZPZ. Istotna jest ocena układu żylny kończyny za pomocą ultrasonograficznego testu uciskowego, gdy ucisk żył przez sondę ultradźwiękową pozwala ocenić występowanie

i lokalizację zmiany zakrzepowej. Leczenie farmakologiczne PNŻ jest mało skuteczne, stąd rola kinezyterapii, balneoterapii i fizykoterapii. Wśród klasycznych zabiegów stosowanych w uzdrowisku, kąpiel kwasowęglowa i stosowanie zabiegów z użyciem ozonu wpływają korzystnie na układ hemostazy. Randomizowane próby kliniczne wskazały zmniejszenie dolegliwości i objawów u pacjentów leczonych balneofizykoterapią i kinezyterapią, również w zaawansowanym stadium (C3-C5) pierwotnej i w mechanizmie zespołu pozakrzepowego PNŻ.

Wnioski: Leczenie uzdrowiskowe pacjentów z PNŻ w mechanizmie zespołu pozakrzepowego powinno być poprzedzone oceną układu żylnego kończyny dolnej metodą ultrasonografii kompresyjnej. Stosowanie sesji intensywnego leczenia hydroterapią i balneoterapią w uzdrowisku jest efektywne i bezpieczne również w zaawansowanym stadium pozakrzepowej PNŻ.

Słowa kluczowe: zespół pozakrzepowy, przewlekła niewydolność żylna, balneoterapia, hydroterapia, owrzodzenie żyłne, krzepnięcie

The post-thrombotic syndrome (PTS) develops following a deep vein thrombosis (DVT) of the leg. PTS is the most frequent complication of DVT, which occurs in 20 to 50% of cases after DVT. Of those, 5-10% may go on to develop severe PTS involving venous ulcers [1]. The disease term venous thromboembolism includes the development of either DVT or pulmonary embolism [2]. DVT develops most commonly in the legs. Although the etiopathogenesis of DVT is not fully defined, the pathophysiologic mechanisms may be based on early presented Virchow's triad [3] including hypercoagulable state, endothelial injury and venous stasis. Other related mechanisms include activation of immune system and microparticles in the blood [4]. DVT is caused mainly by thrombophilia, acquired or inherited alterations of coagulation and/or fibrinolysis which turns to hypercoagulable state. Provoked DVT occurs in association with acquired risk factors such as surgery, trauma, hospitalization, immobility, sedentary life style, obesity, the chronic diseases like nephritic syndrome (hypoalbuminemia), inflammatory bowel diseases, and hyperhomocysteinemia due to a deficiency of vitamins B12, B6 or folate [5]. Hereditary genetic abnormalities include factor V Leiden, which makes factor V resistant to inactivation by activated protein C, gene mutation of methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) related to hyperhomocysteinemia, and the genetic variant prothrombin G20210A [6]. Clinically DVT is life-threatening condition. Acute DVT is characterized by pain, swelling and is usually occlusive, which means that it obstructs blood flow, whereas non-occlusive DVT is less symptomatic. DVT cases without acquired or inherited states are called unprovoked or idiopathic.

Reported risk factors of PTS include extensive proximal character of DVT, pre-existing CVI (especially with mild or severe contralateral leg venous ectasia), older age, high body mass index, preexistent varicosities, and poor quality of anticoagulation control i.e. dose too low during the first 3 months of treatment [7]. PTS is diagnosed primarily on the basis of the presence of typical symptoms and clinical signs in a limb that was affected by DVT. It is recommended the Villalta PTS scale to define and classify the severity of PTS [8] (Table 1).

Since signs and symptoms of DVT and PTS may be quite similar, a diagnosis of PTS should be delayed for 3-6 months after DVT diagnosis. The PTS following DVT refers to clinical manifestations of chronic venous insufficiency (CVI). On the hand patients with even mild primary CVI constitute a group at increased risk of developing PTS [1,7]. Thus both entities are strictly related. The CEAP (Clinical-Etiology-Anatomic-Pathophysiologic) classification system is simple and useful for CVI evaluation and management [9]. Varicose veins (CEAP stage C2-C3) are common, which have an estimated prevalence 25% in the adult population, with a female predominance of 3:1, and 5% of patients develop venous ulcer [10]. CVI is designated to classes C3 and above of CEAP classification.

The main increase risk of CVI is considered in familial history and obesity. Quite a common cause of unilateral CVI is PTS Congenital predisposition to damage to the venous valves and more pressure on leg veins in increased weight, both may cause partial obstruction, hypertension, and venous reflux, a main features of CVI. In PTS the thrombus itself may lead to venous valves destruction, venous obstruction and reflux. In pathophysiology of both primary or post-thrombotic entities inflammation also may contribute to damaged venous valves and stiff, fibrotic vein wall, which in turn predispose to venous valve reflux and hypertension. CVI is prone to occurrence of clinical and subclinical thrombosis. Devell et al [11] shown that patients with CVI, even with uncomplicated varicose veins (CEAP clinical grade 2 to 3), and mostly with venous ulcers (CEAP C5 to C6) of lower limb have a higher prevalence of thrombophilia than an age- and sex-matched control population without evidence of venous disease. In addition patients with advanced stage of CVI (CEAP C5 and C6) were also significantly more likely to have multiple thrombophilias than controls. Taking into account that thrombophilia may be risk factor for the development of CVI, especially in advanced stage with ulcers, these authors postulated applying warfarin or new oral anticoagulants (NOACs) to prevent and treat the complications of lower limb venous disease. In patients with PTS after DVT an increased levels of factor VIII, C-reactive protein (CRP) and D-dimer as well as impaired fibrinolysis are predictive factors of residual thrombosis [12].

Table 1. Villalta's PTS scal

Symptoms and signs	None	Mild	Moderate	Severe
Symptoms				
Pain	0 points	1 point	2 points	3 points
Cramps	0 points	1 point	2 points	3 points
Heaviness	0 points	1 point	2 points	3 points
Paresthesia	0 points	1 point	2 points	3 points
Pruritus	0 points	1 point	2 points	3 points
Signs				
Pretibial edema	0 points	1 point	2 points	3 points
Skin induration	0 points	1 point	2 points	3 points
Hyperpigmentation	0 points	1 point	2 points	3 points
Redness	0 points	1 point	2 points	3 points
Venous ectasia	0 points	1 point	2 points	3 points
Compression pain on calf	0 points	1 point	2 points	3 points
Venous ulcer	Absent		Present	

A total score is ranged 0-33 points. PTS is diagnosed by a total score of ≥ 5 or the presence of a venous ulcer. Mild PTS; score is 5-9, moderate PTS; score 10-14, and severe PTS if the Villalta score is ≥ 15 or a venous ulcer is present

Prevention of PTS begins with prevention of initial and recurrent DVT. A group at high risk patients of developing PTS, obese patients or patients with even mild venous insufficiency should deserve particular attention. The incidence and the severity of PTS may reduce immediate mobilization with compression in the acute stage of DVT [13, 14]. For patients hospitalized at risk of PTS, prevention includes compression stocking and anticoagulant medications [7]. Treatment guidelines recommend anticoagulant therapy five days with heparin followed by three months of oral anticoagulant after acute event, with subsequent long-term of extended therapy depending on patient's risk of recurrence [15].

Patients with unprovoked DVT should be treated with anticoagulant drugs for at least 6 months [16]. Interestingly recently developed NOACs, anti-activated factor X (rivaroxaban, apixaban, and edoxaban), or generated thrombin (dabigatran) may be more effective in a reduction in the incidence of PTS [17, 18]. Patients who are receiving NOACs therapies do not need monitoring of INR ratio and heparin bridging. Ultrasonography by compressing the veins with the ultrasound probe of the leg veins e.g. ultrasound compression test must be performed to evaluate the degree of obstruction by clots, the location of these clots, and the detection of deep and/or superficial venous insufficiency [19]. Patients with PTS and delayed recanalization, and venous reflux should obtain extended anticoagulation [16, 20].

Balneotherapy and physiotherapy is justified in secondary prevention and treatment of primary or post-thrombotic CVI of the lower limbs. It should be noted that the treatment in Health Resort of patients with CVI may begin by at least six months after the clinical features of DVT have been resolved. However kinesitherapy is often preferable earlier

after DVT in patients without open venous leg ulcer. Some authors [21] indicate six month after DVT, a program with strengthening, stretching and aerobic components (e.g., walking, jogging) designed to improve leg strength and leg flexibility. It is documented that kinesitherapy results in improved circulation in the lower limbs, formation of collateral circulation, and in addition reduction of blood viscosity and increased fibrinolytic activity [22]. Carbonic dioxide baths is recommended in CVI which has favorably affect on hemostasis [23, 24]. Ozone therapy in the form of partial gas bath exerts a positive influence on the blood viscosity and haemostasis by inducing fibrinolytic activity and a decrease fibrinogen level [25]. The hydrotherapy treatments in the CVI indicated that water should have a relatively cool temperature. Hot baths and mud wraps are not recommended. It is worth noting the impact of hydrotherapy treatments on the hemostatic. The Japanese authors have shown that in healthy volunteers, a very hot limb bath (46°C -47°C) (hyperthermic stress) applied for 3 min, then with a gradually reduced temperature, inhibits the fibrinolytic activity as well as an increase in platelet activation, which may promote thrombotic complications [26]. Compression therapy provides a means to treat venous stasis, venous hypertension, venous edema and lymphedema. Stockings with a pressure between 30 and 40 mmHg are recommended [27]. Objectives of compression therapy are to reduce the swollen limb to minimum size. Technique of massage called manual lymphatic drainage is also advocated [28].

Venous leg ulcers is the most advanced clinical manifestation of the disease. First-line treatment for venous leg ulcers is compression therapy, leg elevation, and regular physical exercises eg, marching, walks, swimming, and cycling [29]. For venous

ulcers, high compression pressures of at least 40 mmHg at the ankle level should be used [27]. The topical therapies include debridement, formation of granulation tissue, inhibition of proteases, moisture control and matrix constructs [30]. Ulcers may be colonised by bacteria, thus topical antibiotics or antiseptics are necessary. Cochrane database indicates the use of cadexomer iodine, but effectiveness of peroxide preparations ethacridine lactate, chloramphenicol remains future studies [31]. Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) may improve healing of refractory venous leg ulcers [32].

In 15%-21% of patients, ulcers of mixed venous-arterial etiology occur, which are more resistant for typical treatment as pharmacological therapy and compression stockings [33]. For mixed etiology ulcers compression pressures below 30 mmHg are recommended [34]. In fact a venous ulcer can be differentiated from an ischemic ulcer. Ischemic ulcers are usually deeper than venous ulcers and often have gangrenous edges or base. Recently Polish investigators presented case report of a 58-year-old patient with painful chronic ulcers of mixed venous-arterial etiology, resistant to conservative therapy. Beneficial effects have been obtained by using the device laserobaria-S for local combined physical therapy including hyperbaric oxygen, extremely low-frequency (ELF) variable magnetic field, and low-energy light radiation [35].

Although balneotherapy are widely recommended during treatment of CVI in Health Resort there are few comparative (controlled) studies presented evidences that these methods improved the signs and symptoms of the disease. Italian authors [36] indicated beneficial effect of mineral baths containing salsojodic or salsobromoiodic, or brines containing iodine or bromine in patients with CVI. The mineral waters chlorosodic and chlorosodic iodinated – brominated are also present in Nigeria [37]. These waters are still a potential source of balneotherapy especially for foreign tourists. However it should be noted that in the cases of CVI treatment a mineral water should have a moderate cool temperature. The controlled clinical studies showed significant improvement of CVI signs such as itch, paresthesias, pain, heaviness, and objective symptoms, namely edema and skin ectasia. The favorable effect of these mineral baths may result from both hydrostatic effects and the contribution with specific chemico-physical properties. However a significance of each chemical compounds remains further studies.

Forestier et al. [38] presented a comparative assessment to a group of 99 patients with CVI in the third and fourth degree of CEAP, who were treated by three weeks in Thermal Center with standard protocol, and additionally applied pouring water using Kneipp methods, exercise in a mineral water pool, and a gentle underwater massage. In this group, three months after the trial 66% treated patients with hydrotherapy reported a resolution or a marked improvement of symptoms (parasthesia, pain, feeling of heaviness) and signs (skin lesions, edema) compared to the group of patients with CVI treated without hydrotherapy. Recently Carpentier and Satger [39] presented a multicenter randomized controlled trial evaluating balneotherapy and hydrotherapy in patients with advanced

CVI. Inclusion criteria were primary or post-thrombotic CVI with skin changes but no active ulcer, included C4 and C5 stages of CEAP classification. The treatment consisted of four balneotherapy sessions per day during 3 weeks. The sessions included a 15-minute walking session using mineral waters of La Léchère, in pool with tracks in semi-deep, cool (28°C) water; a 20-minute whirlpool bath session with automatic air and water massage cycle; a 10-minute bath session with underwater massaging jets; and a 10-minute massage session of the leg and ankle skin areas or a 15-minute joint mobilization session in a deep, warm (34°C) pool. Particular attention was paid to thromboembolic events. There was no significant difference in episodes of vein thrombosis between the treatment group and control group; most of these events were minor. This study indicates that balneotherapy of patients with primary and post-thrombotic CVI significantly improves symptoms, and this effect is long lasting, although not reducing the incidence of leg ulcers. In this context balneotherapy can be considered as a possible chance to improve some subjective and objective symptoms of primary and post-thrombotic CVI of inferior limbs, and to prevent worsening of this condition.

References

- Galanaud JP, Monreal M, Kahn SR. Epidemiology of the post-thrombotic syndrome. *Thromb. Res.* 2018;164:100-109.
- Qaseem A, Chou R, Humphrey LL et al. Venous thromboembolism prophylaxis in hospitalized patients: A clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine.* 2011;155(9):625-32.
- Lijfering WM, Rosendaal FR, Cannegieter SC. Risk factors for venous thrombosis – current understanding from an epidemiological point of view. *Br. J. Haematol.* 2011;149(6): 824-33.
- Raffetto JD, Mannello F. Pathophysiology of chronic venous disease. *Int. Angiol.* 2014; 33:212-21.
- Oussalah A, Guéant JL, Peyrin-Biroulet L. Meta-analysis: hyperhomocysteinaemia in inflammatory bowel diseases. *Aliment Pharmacol Ther.* 2011;34(10):1173-84.
- Stadnicki A. Involvement of coagulation and hemostasis in inflammatory bowel diseases. *Curr. Vasc. Pharmacol.* 2012;10:659-669.
- Galanaud JP, Holcroft CA, Rodger MA et al. Predictors of post-thrombotic syndrome in a population with a first deep vein thrombosis and no primary venous insufficiency. *J. Thromb Haemost.* 2013;11(3):474-80.
- Kahn SR, Partsch H, Vedantham S et al. Definition of post-thrombotic syndrome of the leg for use in clinical investigations: a recommendation for standardization. *J Thromb Haemost.* 2009;7(5):879-83.
- Eklöf B, Rutherford RB, Bergan JJ et al. Revision of the CEAP classification for chronic venous disorders: consensus statement. *American Venous Forum International Ad Hoc Committee for Revision of the CEAP Classification.* *J. Vasc. Surg.* 2004;40(6):1248-52.
- Lee AJ, Robertson LA, Boghossian SM et al. Progression of varicose veins and chronic venous insufficiency in the general population in the Edinburgh Vein Study. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2015;1:18-26.
- Darvall KA, Sam RC, Adam DJ, Silverman SH, Fegan ChD, Bradbury AW. Higher prevalence of thrombophilia in patients with varicose veins and venous ulcers than controls. *J. Vasc. Surg.* 2009;49:1235-41.
- Bouman AC, Smits JJ, Ten Cate H, Ten Cate-Hoek AJ. Markers of coagulation, fibrinolysis and inflammation in relation to post-thrombotic syndrome. *J. Thromb. Haemost.* 2012;10(8):1532-1538.

13. Partsch H, Kaulich M, Mayer W. Immediate mobilisation in acute vein thrombosis reduces post-thrombotic syndrome. *Int Angiol.* 2004;23(3):206-12.
14. Kahn SR, Galanaud JP, Vedantham S, Ginsberg JS. Guidance for the prevention and treatment of the post-thrombotic syndrome. *J Thromb Thrombolysis.* 2016;41(1):144-53.
15. Kearon C, Akl EA, Ornelas J et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST guideline and expert panel report. *Chest.* 2016;149(2):315-352.
16. Couturaud F, Pernod G, Presles E et al. Six months versus two years of oral anticoagulation after a first episode of unprovoked deep-vein thrombosis. The PADIS-DVT randomized clinical trial. *Haematologica.* 2019;104(7):1493-1501.
17. Rennenberg RJ. Oral anticoagulants, effect on thrombus resolution and post-thrombotic syndrome. 2016;31(1):24-7.
18. Jeraj L, Jezovnik MK, Poredos P. Rivaroxaban versus warfarin in the prevention of post-thrombotic syndrome. *Thromb. Res.* 2017;157:46-48.
19. Michiels JJ, Michiels JM, Moosdorff W, Lao M, Maasland H, Parateli G. Diagnosis of deep vein thrombosis, and prevention of deep vein thrombosis recurrence and the post-thrombotic syndrome in the primary care medicine setting anno 2014. *World J. Crit. Care Med.* 2015;4(1):29-39.
20. Prandoni P, Prins MH, Lensing AW et al. AESOPUS Investigators. Residual thrombosis on ultrasonography to guide the duration of anticoagulation in patients with deep venous thrombosis: a randomized trial. *Ann. Intern. Med.* 2009;150(9):577-85.
21. Kahn S.R, Shrier I, Shapiro S et al : Six-month exercise training program to treat post-thrombotic syndrome: a randomized controlled two-centre trial. *CMAJ,* 2011, 183 (1), 37–44.
22. Menzel K, Hilberg T. Blood coagulation and fibrinolysis in healthy, untrained subjects: effects of different exercise intensities controlled by individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(2):253-60.
23. Ogoh S, Nagaoka R, Mizuno T, Kimura S, et al. Acute vascular effects of carbonated warm water lower leg immersion in healthy young adults. *Physiol Rep.* 2016, 4(23):e13046. doi: 10.14814/phy2.
24. Persiianova-Dubrova AL, Lvova NV, Badalov NG. Carbon dioxide baths: state of the art. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2010;4:48-50.
25. Ponikowska I. Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizycznej i Uzdrawiskowej. W: Tom I. Część ogólna. 16.4. Ozonoterapia 345- 351. Wydawnictwo Aluna, 2018.
26. Tamura K, Kubota K, Kurabayashi H, Shirakura T. Effects of hyperthermal stress on the fibrinolytic system. *Int. J. Hyperthermia.* 1996;12(1):31-36.
27. Gloviczki P, Comerota AJ, Dalsing MC et al. The care of patients with varicose veins and associated chronic venous diseases: clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg.* 2011;53(5):2-48.
28. Amin EE, Bistervels IM, Meijer K et al. Reduced incidence of vein occlusion and postthrombotic syndrome after immediate compression for deep vein thrombosis. *Blood.* 2018;22(21):2298-2304.
29. Geryk J, Bieniaszewski L. Chronic venous insufficiency – pathophysiology, clinical picture and treatment. *Choroby Serca i Naczyń.* 2009;6:138-143.
30. Stacey MC. Biomarker directed chronic wound therapy - A new treatment paradigm. *J Tissue Viability.* 2019 doi: 10.1016/j.jtv.2019.12.006.
31. O'Meara S, A.I-Kurdi D, Ologun Y et al : Antibiotics and antiseptics for venous leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;23;(12) doi: 10.1002/14651858.CD003557.
32. Thistlethwaite KR, Finlayson KJ, Cooper PD et al. The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy for healing chronic venous leg ulcers: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Wound Repair Regen.* 2018;26(4):324-331.
33. Firth J, Nelson EA, Hale C, Hill J, Helliwell P. A review of design and reporting issues in self-reported prevalence studies of leg ulceration. *J Clin Epidemiol.* 2010;63(8):907-13.
34. Benigni JP. Compression treatment of venous and venous/arterial leg ulcers. *Soins.* 2012; 762:34-6.
35. Pasek J, Cieślak G, Sieroń A. Combined therapy in the treatment of mixed etiology leg ulcer - case report. *Ther. Clin. Risk Manag.* 2018;14:1915-1921.
36. Petracchia L, Mennuni G, Fontana M et al. The possible uses of balneotherapy in treating chronic venous insufficiency of lower limbs. *Clin. Ter.* 2013;164(3):233-238.
37. Nghargbu K, Ponikowska I, Kurowska B. Prospects for Balneotherapy in Nigeria. *Acta Balneologica.* 2011;125(3):164-168.
38. Forestier RJ, Briancon G, Francon A, Erol FB, Mollard JM. Balneohydrotherapy in the treatment of chronic venous insufficiency. *Vasa.* 2014;43(5):365-371.
39. Carpentier PH, Satger B. Randomized trial of balneotherapy associated with patient education in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J. Vasc. Surg.* 2009;49: 163-170.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 15.01.2020

Accepted: 20.04.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Antoni Stadnicki

University of Technology, Faculty of Medicine

Rolna 43 St.

41-209 Katowice, Poland

phone: +48 517 282 172

e-mail: astadnic@wp.pl

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0003-2675-3732 – Antoni Stadnicki (A, B, C, D, E, F)

0000-0001-6780-6613 – Michał Szczerba (B, F)

0000-0002-6320-6722 – K'tso Nghargbu (B, C)

Izabela Stadnicka (B, C, D, E)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data,

C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article,

E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

Physical Activity in Women with Breast Cancer and Those After Mastectomy

Aktywność fizyczna u kobiet z rakiem sutka i po mastektomii

DOI: 10.36740/ABAL202002108

Patrycja Gierszon¹, Agata Stachura², Magdalena Paziewska³, Marzena Samardakiewicz¹,
Marzena Furtak-Niczyporuk⁴

¹Department of Applied Psychology, Department of Psychology, Medical University of Lublin, Poland

²Chair and Department of Epidemiology and Clinical Research Methodology, Medical University of Lublin, Poland

³Department of Experimental Hematooncology, Medical University of Lublin, Poland

⁴Chair and Department of Public Health, Medical University of Lublin, Poland

SUMMARY

Mammary gland cancer, commonly known as breast cancer, is the most common malignancy in women in Poland. The occurrence of the disease and its treatment are associated with a decrease in physical fitness and endurance of the body, and also make it difficult to meet basic life needs and result in a deterioration in the quality of life. The aim of the study is to present physical activity in women with breast cancer and after mastectomy. Analysis of professional literature and available research results in patients undergoing oncological therapy in the treatment of breast cancer indicates the need for them to undertake physical activity and physiotherapy in order to minimize the effects of chemotherapy, radiotherapy, and mastectomy. Analysis of studies in terms of the impact of physical activity on the rehabilitation and recovery of patients with breast cancer showed a significant impact of physical fitness on bone mineral density as the most important factor in the development and maintenance of normal bone metabolism. Physical exercises have also been shown to have a positive effect on patients during and after treatment. Regular physical exercise in women treated for cancer is essential and has a significant impact on reducing muscle deficits and the entire skeletal system.

Key words: physical activity, breast cancer, mastectomy, rehabilitation

STRESZCZENIE

Rak sutka zwany potocznie rakiem piersi jest najczęstszym nowotworem złośliwym u kobiet w Polsce. Wystąpienie choroby i jej leczenie wiążą się z obniżeniem sprawności fizycznej, wydolności organizmu, a także utrudniają zaspokojenie podstawowych potrzeb życiowych oraz skutkują pogorszeniem jakości życia. Celem pracy jest przedstawienie aktywności fizycznej u kobiet z rakiem sutka i po mastektomii. Analiza literatury fachowej oraz dostępnych wyników badań u pacjentek poddanych terapii onkologicznej przy leczeniu nowotworu piersi wskazuje na konieczność podjęcia przez nie aktywności fizycznej i fizjoterapii w celu zminimalizowania skutków chemioterapii, radioterapii i mastektomii. Analiza badań pod kątem wpływu aktywności fizycznej na rehabilitację i powrót do zdrowia pacjentek z chorobą nowotworową sutka wykazała istotny wpływ sprawności fizycznej na gęstość mineralną kości, jako najważniejszego czynnika rozwoju i zachowania prawidłowego metabolizmu kostnego. Dowiedziono również, że ćwiczenia fizyczne mają pozytywny wpływ zarówno na chore w trakcie leczenia, jak i po jego zakończeniu. Regularne ćwiczenia fizyczne u kobiet leczonych z powodu nowotworu są niezbędne i mają znaczący wpływ na ograniczenie deficytu czynności mięśni i na cały układ kostny.

Słowa kluczowe: aktywność fizyczna, rak sutka, mastektomia, rehabilitacja

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:103-107

INTRODUCTION

Mammary gland cancer, commonly known as breast cancer, is the most common malignancy of mammary gland originating from epithelial tissue. It is also one of the most common cancers of women in Poland. The occurrence of the disease and its treatment are associated with a decrease

in physical fitness, endurance of the body, and also make it difficult to meet basic life needs and result in a deterioration in the quality of life.

Physical activity is an important element of human life, it has a serious impact on the prevention of numerous diseases, including cancer, and on recovery in the event

of the appearance of the disease. Actively guided activity accelerates recovery and physical fitness during recovery. It has a positive effect on the physical and mental sphere of patients, positively affects the whole body, and improves its efficiency and performance. It additionally supports the work of the circulatory and immune systems, delays the effects of aging and prevents overweight, improves mood and has a positive effect on mental health [1]. One of the risk factors for developing breast cancer in postmenopausal women is overweight and obesity. Exercise reduces this risk just like a proper diet. Physical activity also prevents complications after surgery, reduces the risk of recurrence of the disease and helps maintain good health [2].

For the consecutive process of rehabilitation and recovery, the moment when the disease was diagnosed, with its stage, course and subsequent stages of treatment and attitude of the patient, i.e. the mental state in which it is, is crucial. Screening, such as mammography, allows for early detection of lesions and determination of the nature and implementation of appropriate therapy. Early diagnosis enables recognizing and treatment in the early stages of the disease and increases the chance of full recovery. When the tumor is palpable, symptoms such as contracting of the nipple appear as well as cancerous navel, lymphatic involvement with local lymphoedema and the appearance of an orange peel. Symptoms may also include redness of the skin, leakage from the nipple and significant breast asymmetry. Various factors influence treatment and prognosis. The size of the primary focus, lymph node involvement, tumor malignancy according to histological scale, lymphatic vessel involvement, presence or absence of estrogens and proestrogens, assessment of cancer cell proliferation and aneuploidy and ERBB2 overexpression are all important [3].

In patients who have had mastectomy of one or both breasts in the treatment of breast cancer, or preventative mastectomy has been introduced when genes responsible for the development of the cancer have been detected, physiotherapy and a special form of physical activity must be used to improve patient's condition. Patients require constant rehabilitation during and after treatment. The most important form is physiotherapy of the upper limb on the side of the operated breast, the right way of exercising, arranging and massaging. These procedures are aimed at reducing lymphoedema in patients after removal of armpit lymph nodes. Rehabilitation also plays an important role in palliative treatment of breast cancer. It should be conducted by a physiotherapist with extensive experience and high professional qualifications so as not to worsen the patient's condition. Physical activity of the patients also plays an extremely important role. In addition to rehabilitation, it is an important factor supporting recovery and functioning in society and significantly improving the quality of life.

The aim of the work is to present physical activity in women with breast cancer and those after mastectomy.

METHODS

The research method was the analysis of literature and available scientific publications from PubMed. Forty papers in

Polish and ten in English from December 2018 and January 2019 were analyzed. Keywords based on which publications were searched were physical activity, rehabilitation, breast cancer, mastectomy.

DISCUSSION

Analysis of professional literature and available research results in patients undergoing oncological therapy in the treatment of breast cancer indicates the need for them to undertake physical activity and physiotherapy in order to minimize the effects of chemotherapy, radiotherapy and mastectomy. As a result of mastectomy, motor performance is impaired, which is expressed by reduced overall physical performance, impaired coordination and increased overload of the locomotor system. One of the key aspects of reducing postoperative complications and maintaining health is broadly understood physical activity.

The analyzed results of the research carried out by Wysoczańska et al. [4] show that the high toxicity of chemotherapy and its effect on the skeletal system manifests itself at various stages of treatment. The conducted studies showed that 62% of the examined patients treated for breast cancer experience disorders resulting from the treatment, including 27% being severe sequelae, and in nearly 24% - a dysfunction of more than one organ. The research has also proved that reduced physical activity of patients, associated with long-term treatment, limited sun exposure due to a history of illness, low supply of vitamin D, contribute to osteopenia and osteoporosis as well as obesity, which additionally burden the skeletal system [5].

Analysis of the literature, in terms of the impact of physical activity on the rehabilitation and recovery of patients with breast cancer, showed a significant effect of physical fitness on bone mineral density as the most important factor in the development and maintenance of normal bone metabolism [6]. Physical exercises have also been shown to have a positive effect on patients during and after treatment. Physical activity is of great importance for health, its participation in motor and somatic development is extremely important. It also provides physical and psychological benefits, affects normal bone metabolism and limits excessive weight gain caused by the sparing lifestyle of the patient [7]. Lack of physical activity caused by a sedentary lifestyle, significant mobility restrictions caused by malaise, pain, swelling of the upper limbs, a small amount of time spent outside, usually staying indoors and the use of glucocorticosteroids that further reduce fat oxidation - lead to obesity, lowering vitamin D levels and calcium and phosphate disorders. Therefore, awareness of the consequences of cancer treatment inclines patients to prevent them through appropriate treatment modifications and implementation of appropriate prophylaxis in the form of physical activity. This helps to avoid osteoporosis and numerous pathological fractures in the future.

The examined patients cited domestic duties, lack of time and health as the main barriers to their participation in physical activity. Comparison of the subjective assessment of the level of physical fitness of women after treatment of

breast cancer in relation to women without cancer showed that no statistically significant differences were found. Both groups of women surveyed for the most part assessed their level of physical fitness as “satisfactory” and expressed their belief that it is necessary to take care of physical activity and rehabilitation during convalescence.

In undertaking physical activity by oncological patients, the participation of doctors and physiotherapists in motivating them to undertake systematic exercises and physical activity turns out to be important. This is conducive to the implementation and consolidation of positive health behaviors associated with this activity. The history of surgery due to breast cancer significantly increased the frequency of exercising gymnastics, which may indicate an increase in awareness of the need for physical activity after treatment [8]. It also has a positive effect on the healing process and the physical and mental state of the sick.

The analysis of physical activity of 115 women after surgery due to breast cancer carried out by Prokopowicz et al. [8] allowed describing physical activity before and after the disease. Among the surveyed women, 19% participated in undertaking physical activity in a systematic manner, 47% irregularly, and 34% did not participate in any form of physical activity, at all. Occurrence of cancer, its treatment and rehabilitation mobilized 58% of the surveyed woman to undertake regular physical activity [8]. Women indicated that the most frequently chosen forms in the post-treatment period were: gymnastics, walking and swimming. Significant differences were also observed when comparing forms among women who had undergone breast cancer surgery versus women without cancer. As the main reason for undertaking physical activity in both examined groups, women emphasized their desire to improve health, physical fitness and well-being. However, they pointed out that the main reasons hindering them from full participation in physical activity after breast cancer surgery were health problems associated with the treatment process, household chores and lack of time. Barriers such as insufficient offer of physical activity classes, access to sports facilities, professional duties, material situation or lack of support from relatives were mentioned much less frequently. An important reason for neglecting physical activity were professional duties.

These results are consistent with the results of studies developed by Malicka et al. [9], which show that the majority, as many as 82% of women after surgery, spent more time on physical recreation than in the period before surgery, and only 20% had no systematic physical activity. Similar results were also obtained by Karczmarek-Borowska et al. [10]. Their research showed that 60% of the surveyed women participated in physical activity classes several times a week, and 18.3% of the respondents chose total inactivity after mastectomy. In their study, the authors most often mention such forms of physical activity as: gymnastics, walks, swimming, water exercises, dancing, tourist trips, nordic walking [10-13]. The main barriers of participation in physical activity mentioned by women after breast cancer treatment were household duties, lack of time and health. Other authors also state restrictions

such as old age, fatigue, pain and reluctance to exercise. Among the listed reasons, there are also barriers closely related to the effects of the disease and its treatment. They include secondary lymphoedema, fear of pain, lack of information about the permissible type of activity, bad mood, depression and apathy [12]. Research conducted by Ridan et al. [11] revealed that women after surgery for breast cancer most often had a high awareness of the need for physical activity after mastectomy 55% of those aged 37-57 and 60% of those aged 58-84 and only a small percentage of respondents answered that physical activity is unnecessary. In the studies of Malicka et al. [9], as many as 96% of respondents stated that regular participation in physical activity after oncological treatment is necessary and contributes to faster recovery. The examined women were also aware of the impact of physical activity as a factor in secondary prevention of cancer. In the research of Karczmarek-Borowska et al. [10], half of the respondents believed that physical activity is important in preventing recurrence of breast cancer, however 36.7% did not have such information. The authors of the presented studies emphasize in their works the beneficial effect of medium intensity exercises on improving the functioning of the circulatory and respiratory system and increasing the efficiency of the body. They also believe that systematic physical activity can alleviate the negative effects of cancer treatment [14]. It should be noted that Malicka et al. [15] state that regular physical exercise in women treated for cancer is essential and has a significant impact in reducing the deficit of muscle function and the entire skeletal system. Women participating in regular training also show improved exercise capacity compared to inactive women. As one of the safe forms of physical activity in this group of patients, the authors indicate nordic walking (after appropriate instructions on how to hold the sticks), which improves muscle function of the upper limb on the side of the operated breast, which does not lead to the risk of lymphoedema. Thanks to this activity, the lymph is regularly drained and does not accumulate, which prevents swelling and pain.

Research conducted by Karczmarek-Borowska [10] showed that due to physical activity 76.7% of the surveyed women feel better, moreover 55% of them think they have more energy and better condition. Half of the respondents believe that physical activity is important in the prevention of breast cancer and other cancers. According to a large number of respondents, physical activity greatly helped them recover after surgery. The conviction about the beneficial effects of movement, independent exercises of patients and rehabilitation on recovery and physical and mental fitness motivates them to undertake physical activity after surgery.

Similar conclusions can be drawn after analyzing the results of a study conducted on a group of 60 women who are members of the ‘Mielec Amazon Club’. They were asked to complete a survey about demographics and physical activity in general. In addition, they completed a detailed International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) assessing physical exertion related to professional work, housework and housekeeping, family care, recreation, sport, and free time physical activity [16]. A general survey found that just

over half (51.7%) of patients recognized the large role of physical activity in their lives. The same amount answered that health is the most important goal of exercise. Among the women, 60% engage in physical activity several times a week, usually at home and in Amazon Clubs, while 8.3% do not take any exercise. The most common activity indicated by women is walking (83.3%) and going to the swimming pool (55%). Some of them undertook exercises to make themselves happy, improve their physical and mental condition. The patients answered that after exercise they feel better, have more energy and are more confident. Physical activity also has a positive effect on their mental state. The research also showed awareness of physical activity for the prevention of cancer and prevention of possible recurrences. Half of the respondents believed that physical activity was important in preventing the recurrence of breast cancer, while 36.7% did not have such information. Half of the women found a lack of time as an obstacle to physical activity, while 20% of women mentioned lack of opportunities and reluctance to exercise as significant obstacles. The examined group of women confirmed the beneficial effect of physical activity on the healing process and general well-being. Due to physical activity, 76.7% of respondents feel better, and 55% of women think they have more energy and better physical fitness.

On the other hand, the vast majority of respondents believe that physical activity in their case improved their confidence, relationships with people and life attitude (73.3%). As forms of physical activity, most often, in as many as 94% of respondents take physical activity related to walking, dancing, tourist trips [17]. Lewicka-Wybraniec et al. [18] emphasize that physical activity is very important, not only increases mobility, but also contributes to reducing the risk of many diseases, including breast cancer. According to Madetko et al. [19], physical activity is also of great importance in the course of the perioperative period and further prognosis, it can prevent complications and also contribute to improving the quality of life.

Studies conducted on a group of 80 women after radical unilateral mastectomy by Ridan et al. [11] evaluating the physical activity of women after mastectomy, in relation to the level of pre-surgery activity presented prove that the comparison of motivation to exercise before and after surgery indicated a statistically significant difference in doing exercises motivated by doctor's recommendations. A comparison of the subjective assessment of one's own physical fitness before surgery and currently showed a statistically significant increase in this assessment at present. Research has shown that the type of physical activity did not change statistically significantly after the procedure, in the case of walking, dancing, gym and other activities such as housework or outdoor work.

Similar studies conducted by Hashemi et al. [20] report that women, when they are diagnosed with breast cancer, change their eating habits, but at the same time do not increase physical activity, despite its beneficial effect on the quality of life and prevention of further cancer development. At the same time, the authors ask whether increasing women's knowledge about the benefits of physical activity in cancer

prevention and raising living standards will increase the activity undertaken. Answers to the questions of Hashemi et al. can be found in the analysis of studies collected by Ridan et al. [11]. They show that 68.75% of women surveyed had knowledge on how to reduce the risk of disease recurrence due to physical activity, but at the same time 92.50% of the surveyed women gave medical recommendations as motivation to undertake exercises, and only 56.25% were aware of the impact of exercise on the overall condition as well as physical and mental health. It follows that medical recommendations have an important impact on physical activity.

Other studies conducted by Hsieh et al. [14] prove that systematically controlled exercises of medium intensity improve the functioning of the circulatory and respiratory system and increase the efficiency of the body regardless of the type of cancer treatment. The authors of the study believe that moderate physical activity weakens the negative effects of cancer treatment. The research of Pierce et al. [21] shows that physically active women who have been diagnosed with invasive breast cancer have a lower risk of recurrence of the disease compared to women leading a sedentary lifestyle. Appropriate physical activity after diagnosis of breast cancer helps to maintain adequate body weight and prevent other complications occurring in patients after this disease.

RESULTS

The authors' research shows that physical activity is a factor that positively affects the level of quality of life of the respondents. Physically active patients have a much higher quality of life rating than patients who did not exercise. The low level of physical activity of some of them is closely associated with poor physical health and depression symptoms. According to the authors of the study, changing the lifestyle of patients after breast cancer treatment, physical exercises conducted under the guidance of specialists, matched to the needs and capabilities of patients will have a positive effect on their functioning. In their research, many other authors emphasize the positive impact of their activities, both in terms of improving performance parameters and overall physical and mental fitness.

The authors of the study observed that women diagnosed with breast cancer have sporadic physical exercise. However, in some women who have undergone mastectomy, a decrease in physical activity that is caused by pain, swelling and physical problems. The authors' research shows that physical activity is a factor that positively affects the level of quality of life of the respondents. Physically active patients have a much higher quality of life rating than patients who did not exercise. According to the authors of the study, changing the lifestyle of patients after breast cancer treatment, physical exercises conducted under the guidance of specialists, matched to the needs and capabilities will have a positive effect on their functioning. Many other authors emphasize in their studies the positive impact of undertaken activity, both in terms of improving performance parameters [17, 19], hemodynamic [11, 12], as well as improving body posture and muscular strength and range of motion in joints [4,8,11,14], as well

as the positive impact of physical activity on the quality of life of women after mastectomy [7,8,9]. Physical activity is of great importance in the course of treatment as well as in the prognosis of patients with breast cancer, it can prevent complications and contribute to improving the quality of life. In this case, it is important to be aware of women as to the positive impact of physical exertion on the treatment process and constant cooperation in this regard with both the oncologist and the physiotherapist.

CONCLUSIONS

Physical activity has a positive effect on the quality of life of women with breast cancer and those after mastectomy.

Physical activity has a positive effect on prognosis in women with breast cancer.

Subjective assessment of quality of life in physically active women is higher than in those not participating in physical exercise.

References

- Bojarczuk K, Mrozek A, Lewicki M et al. Physical activity as a crucial determinant of health. *Acta Balneol.* 2019;3(157):171-175.
- Friedenreich CM. Physical activity and breast cancer: review of the epidemiologic evidence and biologic mechanisms. *Recent Results Cancer Res.* 2011;188:125-39.
- Hurd TC, Edge SB, Kahlenberg MS et al. Treatment of early-stage breast cancer. *Curr Probl Cancer.* 1999;23(4):149-228.
- Wysoczańska A, Ślęzak A, Barg E. Wpływ terapii onkologicznej na zaburzenia w układzie kostnym. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab.* 2017;23(4):197-203
- Ogarczyk E, Kowalewicz-Kulbat M, Wawrocki S et al. Immunosuppression - tough ally in torrid time. *Postepy Hig Med Dosw.* 2015; 69:1299-1312.
- Jarfelt M, Fors H, Lannering B et al. Bone mineral density and bone turnover in young adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukaemia. *Eur J Endocrinol.* 2006; 154:303-309.
- Kaste C, Rai S, Fleming K et al. Changes in bone mineral density in survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer.* 2006; 46:77-87.
- Prokopowicz K, Kozdroń E, Prokopowicz G et al. Uwarunkowania aktywności fizycznej kobiet po przebytych leczeniu operacyjnym raka piersi. *Hygeia Public Health.* 2018;53(1): 100-105.
- Malicka I, Szczepańska-Gieracha J, Jankowska E et al. Physical activity, life satisfaction and adjustment to illness in women after treatment of breast cancer. *Współcz Onkol.* 2011; 15(3):180-185.
- Karczmarek-Borowska B, Czaja E, Golon K. Physical activity in women after mastectomy. *Prz Med Uniw Rzesz Inst Leków.* 2015;13(3):223-231.
- Ridan T, Zdebska S, Ogrodzka K i wsp. Ocena poziomu aktywności fizycznej kobiet po zabiegu jednostronnej mastektomii. *Probl Hig Epidemiol.* 2015;96(1):181-186.
- Chwałczyńska A, Malicka I, Pawłowska K et al. Aktywność ruchowa a wiek na przykładzie kobiet po leczeniu raka piersi. *Fizjoterapia.* 2007;15(4):54-59.
- Sierko E, Legieta M, Sokół M et al. Ocena aktywności ruchowej kobiet po leczeniu radykalnym z powodu raka piersi. *Nowotwory.* 2012;62(5):354-362.
- Hsieh CC, Sprod LK, Hydock DS et al. Effects of a supervised exercise intervention on recovery from treatment regimens in breast cancer survivors. *Oncol Nurs Forum.* 2008; 35(6):909-915.
- Malicka I, Stefańska M, Rudziak M et al. The influence of Nordic walking exercise on upper extremity strength and the volume of lymphoedema in women following breast cancer treatment. *Isokinet Exerc Sci.* 2011;19(4):295-304.
- Biernat E, Stupnicki R, Gajewski A. Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej (IPAQ) – wersja polska. *Wych Fiz i Sport.* 2007;51(1):47-54.
- Malicka I, Szczepańska-Gieracha J, Jankowska E. Aktywność fizyczna, satysfakcja z życia oraz przystosowanie psychiczne do choroby nowotworowej u kobiet po leczeniu raka piersi. *Wsp Onk.* 2011;15:180-185.
- Lewicka-Wybraniec B, Springer M, Czerniak G et al. Styl życia kobiet po mastektomii. *St Med.* 2008; 10:27-30.
- Madetko R, Ćwiertnia B. Rehabilitacja po mastektomii. *Probl. Piel.* 2008; 16(4):397-400.
- Hashemi Bani SH, Karimi S, Mahboobi H. Lifestyle changes for prevention of breast cancer. *Electron Physician.* 2014;3(3):894-905.
- Pierce J, Stefanick M, Flatt S. Greater survival after breast cancer in physically active women with high vegetablefruit intake regardless of obesity. *J Clin Oncol.* 2007; 17:2345-2351.

Conflicts of interest:

The Authors declare no conflict of interest

Received: 30.12.2019

Accepted: 20.01.2020

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Patrycja Gierszon

Department of Applied Psychology, Department of Psychology,
Medical University of Lublin
Chodźki 7 Str.
20-093 Lublin, Poland
phone +48 506164778
e-mail: patrycja.gierszon@umlub.pl

ORCID ID and AUTHORS CONTRIBUTION

0000-0002-2969-3280 – Patrycja Gierszon (A, B, C, D)
0000-0003-2444-6456 – Furtak Niczyporuk (E, F)
0000-0002-2793-0756 – Marzena Samardakiewicz (A, E, F)
0000-0003-1935-4303 – Agata Stachura (B, C, D)
0000-0002-1443-5027 – Magdalena Paziewska (B, C, D)

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data,
C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article,
E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

Balneoterapia i fizjoterapia w przewlekłych zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Przegląd aktualnego piśmiennictwa

Balneotherapy and Physiotherapy in Chronic Pain Syndrome of the Lumbosacral Spine. Review of the literature

DOI: 10.36740/ABAL202002109

Anna Zduńska¹, Sebastian Zduński², Katarzyna Nowicka¹, Agnieszka Rudnicka¹¹Zakład Fizykoterapii i Rehabilitacji, Szpital Bielański im. ks. J. Popiełuszki, Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej, Warszawa, Polska²Zakład Usprawniania Leczniczego, Centralny Szpital Kliniczny MSWiA, Warszawa, Polska

STRESZCZENIE

Bóle kręgosłupa są powszechnym schorzeniem i choć mogą być zlokalizowane w każdym jego odcinku: szyjnym, piersiowym i lędźwiowo-krzyżowym, u zdecydowanej większości pacjentów dotyczą odcinka lędźwiowo-krzyżowego. Zespoły bólowe kręgosłupa stanowią wyzwanie dla współczesnej rehabilitacji, zarówno w kwestii profilaktyki jak i terapii. Dużym problemem osób z zespołem bólowym kręgosłupa jest postępująca niepełnosprawność, a co za tym idzie pogorszenie jakości życia. Pomimo wielu metod leczenia i zasobów opieki zdrowotnej poświęconych bólom kręgosłupa niesprawność i obciążenie z nią związane są coraz większe. Ważne miejsce w terapii zespołów bólowych kręgosłupa zajmują metody fizykalne oraz leczenie uzdrowiskowe.

W pracy przedstawiono zastosowanie balneoterapii i fizjoterapii w najczęstszych zespołach bólowych kręgosłupa, czyli w przewlekłych schorzeniach krążków międzykręgowych oraz zmianach zwyrodnieniowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Słowa kluczowe: leczenie uzdrowiskowe, medycyna fizykalna, fizjoterapia, zespół bólowy kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego

SUMMARY

Back pain is a common disease and although it can be located in any of its cervical, thoracic and lumbosacral sections, however the vast majority of patients complain of lumbosacral pain. Back pain syndromes has become a challenge for modern rehabilitation, both in the issue of the prevention as well as therapy. A major problem for people with back pain is progressive disability, and thus a deterioration in the quality of life. Despite many treatment methods and health care resources devoted to back pain, disability and burden are increasing. An important place in the therapy of back pain syndromes is occupied by physical methods and health resort treatment.

The work presents the use of balneotherapy and physiotherapy in the most common back pain syndromes, i.e. in chronic diseases of the intervertebral discs and degenerative changes of the lumbosacral spine.

Key words: health resort, physical therapy, physiotherapy, low back pain

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:119-126

WSTĘP

Bóle kręgosłupa są powszechnym schorzeniem i choć mogą być zlokalizowane w każdym jego odcinku: szyjnym, piersiowym i lędźwiowo-krzyżowym, zdecydowana większość pacjentów skarży się jednak na ból odcinka lędźwiowo-krzyżowego. Ból kręgosłupa w większym lub mniejszym stopniu dotyka 75-85% światowej populacji, z jednakową częstością u kobiet i mężczyzn. W 90% przypadków przyczyną bólu kręgosłupa są zaburzenia mechaniczne, co oznacza, że dolegliwości powstają w wyniku drażnienia bólowych zakończeń nerwowych na skutek działającego na nie mechanicznego ucisku.

Pomimo wielu metod leczenia i zasobów opieki zdrowotnej poświęconych bólom kręgosłupa niesprawność i obciążenie z nią związane są coraz większe [1, 2].

Zespoły bólowe kręgosłupa stanowią wyzwanie dla współczesnej rehabilitacji, zarówno w kwestii profilaktyki jak i terapii. Dużym problemem osób z zespołem bólowym kręgosłupa jest postępująca niepełnosprawność, a co za tym idzie pogorszenie jakości życia. Ważne miejsce w terapii zespołów bólowych kręgosłupa zajmują metody fizykalne oraz leczenie uzdrowiskowe. Kompleksowe postępowanie fizjoterapeutyczne w zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-

wo-krzyżowego największy nacisk kładzie na walkę z bólem i odzyskanie prawidłowego zakresu ruchomości w kręgosłupie oraz uzyskanie odpowiedniej stabilizacji [3].

W pracy zostanie omówione zastosowanie balneoterapii i fizjoterapii w najczęstszych zespołach bólowych kręgosłupa, czyli w przewlekłych schorzeniach krążków międzykręgowych oraz zmianach zwyrodnieniowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Kąpiele solankowe w basenie z ćwiczeniami lub kąpiele mineralne w wannie, okłady borowinowe miejscowe, dobrane indywidualnie zabiegi elektroterapii i kinezyterapia należą do zabiegów podstawowych rekomendowanych do realizacji w warunkach uzdrowskich w standardowym programie balneoterapii i fizjoterapii w zespołach bólowych kręgosłupa. Do zabiegów uzupełniających zalicza się: krioterapię lub ciepłolecznictwo, hydroterapię, ultradźwięki i masaże [4].

KĄPIELE SOLANKOWE

Kąpiele solankowe mają działanie rozgrzewające, dzięki czemu dochodzi do rozluźnienia mięśni, ponadto osadzające się na powierzchni skóry kryształki soli drażnią zakończenia nerwowe w skórze prowadząc do zmniejszenia pobudliwości zakończeń nerwowych. Dodatkowo kąpiele te regulują funkcje autonomicznego układu nerwowego. W efekcie już po kilku kąpielach obserwuje się osłabienie dolegliwości bólowych i obniżenie ogólnej pobudliwości. Standardowo stosowane są w przewlekłym bólu zwłaszcza w zmianach zwyrodnieniowych kręgosłupa i stawów [5].

KĄPIELE RADONOWE

Kąpiele radonowe wywierają delikatne działanie przeciwbólne i przeciwzapalne poprzez pobudzenie kory nadnerczy i osi podwzgórzowo-przysadkowej do zwiększonego wydzielania kortykosteroidów. Dodatkowo radon stymuluje glikozaminoglikany tkanki łącznej, pobudza granulocyty, poprawia transport tlenu w tkankach, ma pozytywny wpływ na aktywność neuroprzekazników i normalizuje działanie OUN. Nie ma jednak wystarczającej liczby badań zgodnych z EBM, potwierdzających całkowite bezpieczeństwo stosowania radonu. Podobnie nie ma też ujednoczonych standardów określających jego dawkowanie i stosowanie [6].

W badaniu przeprowadzonym przez Pratzel HG i wsp. w grupie 98 pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa i stawów, zastosowano w ciągu 3,5 tygodnia 8 kąpiele radonowych (20 minut każda) z radonem o aktywności 0,8 kBq/l w temperaturze 36-37°C w grupie badanej (52 pacjentów). Grupa kontrolna przyjęła kąpiele w identycznych warunkach, ale bez domieszki radonu w wodzie. W obu grupach zaobserwowano zmniejszenie dolegliwości bólowych, jednak w trakcie badań kontrolnych (po 4 miesiącach) zmniejszenie dolegliwości bólowych utrzymywało się dłużej w grupie przyjmującej kąpiele radonowe. Terapia radonowa może być skuteczną metodą w walce ze stanem zapalnym i dolegliwościami bólowymi w stawach kończyn i kręgosłupa. Badania 130 pacjentów z osteochondrozą w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa (90 pacjentów operowanych z powodu przepukliny krążka międzykręgowego) wykazały pozytywne działanie terapii radonem na układ

nerwowy i mięśniowy. U większości pacjentów zaobserwowano poprawę stanu zdrowia; najlepsze wyniki uzyskano w grupie przyjmującej kąpiele z wyższą zawartością radonu w wodzie [6].

Liczne przykłady korzyści z terapii radonem sprawiają, że wydaje się ona skuteczną, uzupełniającą metodą leczenia schorzeń narządu ruchu, w tym zespołów bólowych kręgosłupa. Potwierdzono jej pozytywny wpływ na redukcję dolegliwości bólowych w tych chorobach i długi czas działania, umożliwia także ograniczenie stosowanej farmakoterapii (6).

KĄPIELE SIARCZKOWO-SIARKOWODOROWE

Kąpiele siarczkowo-siarkowodorowe łagodzą stany zapalne, pomagają w leczeniu dolegliwości reumatycznych. Prace badawcze nad wpływem kuracji siarczkowych na leczenie chorób narządu ruchu prowadzone są już od 1948 roku. Obserwacje kliniczne potwierdziły korzystny wpływ wód siarczkowych na usuwanie zmian o charakterze zapalnym i zwyrodnieniowym [7].

Zabiegi w formie ćwiczeń rehabilitacyjnych w basenie wypełnionym wodą o optymalnym nasyceniu siarkowodorem 50mg/dm³ i temperaturze 28-30°C stanowią propozycję nowoczesnej balneoterapii łączącej ruch w wodzie z jednoczesnym, bodźcowym działaniem składników naturalnych, zawartych w wodach leczniczych. W badaniu przeprowadzonym przez Puszczałowską-Lizis i Łuczyszyna w grupie 46 pacjentów w wieku 45-60 lat z chorobą dyskopatyczną kręgosłupa l-s w Uzdrowisku Horyniec zastosowano specjalny program ćwiczeń rehabilitacyjnych obejmujący ćwiczenia rehabilitacyjne w basenie leczniczym z wodą siarczkowo-siarkowodorową, hydroterapię (masaż podwodny) i kinezyterapię. Zastosowany program usprawniania w sposób istotny wpłynął na poprawę zgięcia i wyprostowania kręgosłupa lędźwiowego oraz rotacji piersiowo-lędźwiowego odcinka kręgosłupa i obniżenie dolegliwości bólowych u pacjentów z dyskopatią lędźwiową [8].

INNE KĄPIELE LECZNICZE

Celem badania przeprowadzonego w Budapeszcie przez Tomasa Gati i wsp. z udziałem 105 pacjentów była ocena wpływu zastosowania wody mineralnej o zawartości wodorowęglanu wapnia i magnezu w kąpeli termalnej (38°C) na przewlekłe dolegliwości bólowe z odcinka l-s kręgosłupa. Pacjenci byli poddawani leczeniu przez 3 tygodnie i oceniani przed rozpoczęciem terapii, zaraz po zakończeniu oraz 9 tygodni od zakończenia terapii. W grupie stosującej kąpiele mineralne uzyskano istotną statystycznie poprawę w zakresie ruchomości kręgosłupa, zmniejszenia napięcia bólu i poprawy jakości życia w porównaniu ze stanem wyjściowym i grupą kontrolną (stosująca jedynie leki przeciwbólne). Ponadto zaobserwowano, że zużycie NLPZ, opioidów, miorelaksantów i paracetamolu było istotnie statystycznie niższe w grupie pacjentów stosujących balneoterapię w porównaniu ze stanem wyjściowym i grupą kontrolną [9].

Podobnie w badaniu przeprowadzonym w Tyrolu (Austria) przez Huber i wsp. oceniano wpływ kąpeli mineralnych (Mg-Ca-SO₄), termalnych (37°C) na dolegliwości pacjentów z zespołami bólowymi kręgosłupa l-s. Badanie przeprowa-

dzono w sanatorium położonym w górach 1015 m n.p.m. W grupie kontrolnej pacjenci uprawiali jedynie wycieczki górskie przez 5 godzin dziennie, w grupie badanej dodatkowo zażywali kąpiele mineralnych w wannie leczniczej przez 20 minut dziennie. Terapia trwała 8 dni a pacjenci z każdej grupy byli oceniani w dniu przyjazdu, bezpośrednio po zakończeniu terapii i po 4 miesiącach od zakończenia terapii. W grupie pacjentów stosujących dodatkowo balneoterapię istotnie statystycznie poprawiła się ruchomość kręgosłupa oceniana w testach funkcjonalnych w porównaniu z poziomem wyjściowym i grupą kontrolną. W obydwu grupach zaobserwowano zmniejszenie intensywności odczuwanego bólu zarówno bezpośrednio po zakończeniu terapii jak i po 4 miesiącach oraz poprawę w zakresie codziennej aktywności. Natomiast tylko grupa badana oceniła istotnie statystycznie lepiej jakość życia (kwestionariusz jakości życia SF36) po przeprowadzonej terapii w porównaniu z punktem wyjścia. W obydwu grupach zaobserwowano także istotne statystycznie zmniejszenie objawów depresji wynikających z przewlekłej choroby (kwestionariusz WHO-5). Przeprowadzone badanie kliniczne wykazało, że umiarkowane wędrówki po górach oraz termalne kąpiele mineralne jako multimodalne leczenie pacjentów z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa, wpływają korzystnie na poziom odczuwanego bólu, poprawę zakresu ruchomości kręgosłupa, poprawę subiektywnej jakości życia związanej ze zdrowiem oraz zmniejszając objawy towarzyszącej depresji [10].

W badaniu przeprowadzonym przez Tefner i wsp. w Matraderecske (mały ośrodek na północy Węgier) oceniano wpływ balneoterapii z zastosowaniem kąpiele mineralnych z wysokim stężeniem składników mineralnych (wodorowęglan sodu, chlorek, lit, wapń, magnez, potas) prowadzonej przez 30 minut dziennie (5 dni w tygodniu) na pływalni, przez okres 3 tygodni na dolegliwości bólowe, jakość życia i zakres ruchomości kręgosłupa, pacjentów z przewlekłymi bólami kręgosłupa l-s. Grupę kontrolną stanowili pacjenci zażywający kąpiele z wody kranowej. Wykazano korzystny efekt balneoterapii z zastosowaniem termalnej (31°C) wody mineralnej w porównaniu z wodą kranową na parametry stanu klinicznego pacjentów (istotna statystycznie poprawa zakresu ruchomości kręgosłupa, zmniejszenie intensywności odczuwanego bólu w skali VAS, poprawa jakości życia, zmniejszenie ilości stosowanych leków przeciwbólowych w grupie pacjentów korzystających z kąpiele mineralnych w porównaniu z grupą kontrolną). W świetle tych wyników można stwierdzić, że woda termalna o wysokiej zawartości minerałów może okazać się ważnym narzędziem terapeutycznym w leczeniu przewlekłego bólu krzyża [11].

Podobnie Balogh i wsp. w Kehidakustany na Węgrzech porównywali wpływ balneoterapii z użyciem wody mineralnej i wody kranowej na przewlekłe dolegliwości bólowe kręgosłupa l-s. Stwierdzono istotne statystycznie różnice między grupami w zakresie natężenia odczuwanego bólu i poprawy klinicznej na korzyść balneoterapii, która utrzymywała się 3 miesiące po zakończeniu terapii [12].

Dogan i wsp. zaplanowali badanie (przeprowadzone w Sivas w Turcji), w którym oceniano efekty balneoterapii

w połączeniu z zabiegami fizykalnymi i kinezyterapią w porównaniu z zastosowaniem samych zabiegów fizykalnych i kinezyterapii u pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa l-s. Balneoterapia obejmowała 15 sesji po 20 minut w wodzie mineralnej (wysoka zawartość wapnia, magnezu, wodorowęglanów, fluoru). Wszyscy pacjenci poddawani byli zabiegom fizykoterapeutycznym przez 20 minut: TENS, ultradźwięki, zawijanie w ciepły koc oraz standardowemu programowi ćwiczeń 5 dni w tygodniu przez 3 tygodnie. Po zakończeniu terapii zaobserwowano istotną statystycznie poprawę w zakresie parametrów klinicznych w obydwu grupach. Jednak istotnie większą poprawę w zakresie zmniejszenia dolegliwości bólowych, poprawie ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa (test Schobera) oraz zdolności wykonywania codziennych czynności (Reviser Oswestry Index) zaobserwowano w grupie pacjentów poddanych balneoterapii w porównaniu z grupą kontrolną [12].

Podobnie Onat i wsp. badali skuteczność balneoterapii w połączeniu z zabiegami fizykalnymi w zestawieniu z samymi zabiegami fizykalnymi u pacjentów z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. W badaniu wzięło udział 81 pacjentów, którzy przez 3 tygodnie byli poddawani terapii: w grupie badanej stosowano termalne (38°C) kąpiele mineralne (woda bogata w wodorowęglan sodu, fluor i chlorki) przez 20 minut dziennie oraz zabiegi fizykalne, w grupie kontrolnej – tylko fizykoterapię. Spośród zabiegów fizykalnych stosowano: TENS (50-100Hz) przez 20 minut dziennie, ultradźwięki (1 MHz, 1W/cm²) przez 5 minut dziennie oraz zawijanie w ciepły koc przez 20 minut dziennie. Ocenę pacjentów przeprowadzano przed rozpoczęciem zabiegów oraz bezpośrednio po zakończeniu całej terapii. Według przeprowadzonych badań zarówno fizykoterapia jak i fizykoterapia w połączeniu z balneoterapią okazały się skuteczne w leczeniu przewlekłego zespołu bólowego dolnego odcinka kręgosłupa. Jednakże łączne zastosowanie tych metod znacznie przewyższyło samą fizykoterapię w łagodzeniu bólu (skala VAS), zmniejszeniu niepełnosprawności (Oswestry Disability Index) i poprawie większości parametrów dotyczących jakości życia (SF 36). U pacjentów z zespołami bólowymi kręgosłupa łączne zastosowanie balneoterapii i fizykoterapii przynosi większą korzyść niż sama fizykoterapia [13].

HYDROTERAPIA

Zabiegi hydroterapeutyczne mają działanie wspomagające leczenie przewlekłych dolegliwości bólowych. Głównym czynnikiem zmniejszającym ból jest oddziaływanie termiczne, które obok działania przeciwbólowego obniża także napięcie mięśniowe. Hydroterapia jest zwykle stosowana w połączeniu z innymi zabiegami balneologicznymi i fizykoterapeutycznymi [5].

W badaniu przeprowadzonym przez Yucesoy i wsp. oceniano wpływ hydroterapii i peloidoterapii na dolegliwości pacjentów z przewlekłym zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa. Do badania przeprowadzonego retrospektywnie zakwalifikowano 139 pacjentów poddanych ambulatoryjnie zabiegom balneoterapii w Zakładzie Ekologii Medycznej i Hydroklimatologii w Istambule. Pacjenci byli

poddawani masażom podwodnym w wannie wypełnionej wodą z kranu w temperaturze 38° C przez 20 minut a następnie byli okładani miejscowo na okolicę l-s kręgosłupa pastą borowinową (temperatura 42°C) i zawijani w koc na 20 minut. Zabiegi były przeprowadzane 5 dni w tygodniu przez 2 tygodnie. U każdego pacjenta przed rozpoczęciem terapii i po jej zakończeniu oceniano: skalę bólu VAS, wykonywano Kwestionariusz Oceny Stanu Zdrowia (HAQ), oraz oceniano Wskaźnik Niepełnosprawności Waddella. Istotną statystycznie poprawę, stwierdzono po leczeniu, we wszystkich ocenianych punktach końcowych. Balneologiczne leczenie ambulatoryjne może być skuteczną opcją leczenia pacjentów z przewlekłym bólem krzyża, a niewątpliwą zaletą jest zintegrowanie stosowanej terapii z codzienną rutyną pacjentów oraz zmniejszenie odczuwanego bólu i poprawa jakości życia [14].

OKŁADY BOROWINOWE

Zabiegi borowinowe w formie okładów miejscowych na kręgosłup mają działanie rozgrzewające i farmakologiczne za pośrednictwem kwasów humusowych i garbników, które wykazują działanie przeciwzapalne, bakteriostatyczne i regeneracyjne. Dzięki małemu przewodnictwu cieplnemu borowiny, ciepło oddawane jest powoli i nie powoduje gwałtownego przegrzania tkanek. Miejscowe przegrzanie tkanek powoduje zwiększenie metabolizmu komórkowego, przekrwienie głęboko położonych mięśni i stawów oraz działa przeciwbólowo. Składniki borowiny przenikają przez skórę, dzięki rozpuszczalnemu działaniu saponin i kwasów huminowych. Zabiegi borowinowe powodują zmniejszenie bólu i rozluźnienie mięśni oraz zwiększenie ruchomości stawów [5,15,16].

W badaniu przeprowadzonym przez Weber-Rajek M. i wsp. oceniano skuteczność okładów borowinowych w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego w grupie 50 pacjentów leczonych w Uzdrawisku Wieniec Zdrój. W grupie badanej pacjentom okładano kręgosłup w okolicy lędźwiowo-krzyżowej pastą borowinową w temperaturze 42°C na 20 minut w serii 15 zabiegów w czasie 3 tygodni. W grupie kontrolnej nie stosowano żadnej terapii fizykalnej. Po zastosowaniu terapii borowinowej w grupie badanej zmniejszyła się intensywność bólu oceniana za pomocą skali VAS i kwestionariusza Laitinena, zmniejszyła się także częstotliwość odczuwanego bólu, ograniczeniu uległo stosowanie leków przeciwbólowych, poprawie uległa aktywność ruchowa pacjentów, a także zmniejszył się poziom niepełnosprawności mierzony za pomocą Oswetry Disability Index. Jednakże nie uzyskano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami, chociaż korzystniejsze wyniki we wszystkich badanych zmiennych uzyskano w grupie poddanej terapii borowinowej [15].

W badaniu przeprowadzonym przez Radziwińska A. i wsp. w grupie 77 pacjentów z przewlekłym bólem kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego badano skuteczność zabiegów peloidoterapii (miejscowe okłady z pasty borowinowej w temperaturze 42°C na okolicę l-s kręgosłupa przez 20 minut w serii 15 zabiegów), sonoterapii, czyli terapii fali

ultradźwiękową (częstotliwość 1 MHz, gęstość mocy od 0,6 do 1,2 W/cm², czas zabiegu 6-8 minut w serii 10 zabiegów) oraz magnetoterapii (impuls trójkątny/prostokątny, częstotliwość 10-20 Hz, indukcja do 10-15 mT, czas zabiegu 20 minut w serii 10 zabiegów). Wszystkie stosowane terapie spowodowały zmniejszenie stopnia niepełnosprawności pacjentów (istotne statystycznie różnice w Oswetry Disability Index na początku i po zakończeniu terapii). Porównując skuteczność trzech form terapii fizykalnej stwierdzono najkorzystniejsze wyniki u pacjentów poddanych zabiegom fali ultradźwiękowej, najmniej korzystne u pacjentów poddanych zabiegom magnetoterapii [16].

KRIOTERAPIA

Krioterapia ma działanie przeciwbólowe, przeciwzapalne, przeciwkrwotoczne już na początku działania. W drugiej fazie dochodzi do odruchowego działania miorelaksacyjnego, przeciwbólowego, przeciwzapalnego i przeciwobrzękowego. Poprzez zastosowanie zimna na tkanki zmniejsza się pobudliwość receptorów bólowych oraz zmniejsza się przewodzenie impulsów bólowych przez nerwy obwodowe. Krioterapia ogólnoustrojowa wraz z następującą po niej kinezyterapią wpływa na zmniejszenie nasilenia dolegliwości bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego i poprawę zakresu jego ruchomości. Korzystnie wpływa też na stan zdrowia pacjentów z zespołami bólowymi kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego w przebiegu choroby zwyrodnieniowej [5,17].

Wpływ zabiegu krioterapii ogólnoustrojowej na dolegliwości bólowe i ruchomość kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego badała Barocha M i wsp. Do badań wykorzystano komorę kriogeniczną typu wrocławskiego, wykorzystującą jako czynnik chłodzący ciekły azot. Seria składała się z 10 zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej z następującą kinezyterapią. Najpierw pacjent spędzał około 30 sekund w przedsionku komory, w którym temperatura wynosiła około -60°C, następnie 2 minuty w komorze właściwej o temperaturze od około -130°C do -120°C, po której ponownie trafiał na 30 sekund do przedsionka. Grupę badaną stanowiło 50 pacjentów korzystających z zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej w Ośrodku Profilaktyki Rehabilitacji Creator w Łodzi. Po zastosowanej terapii uzyskano istotną statystycznie poprawę w zakresie odczuwanej intensywności bólu i częstości jego występowania według kwestionariusza Leitiena oraz poprawę w zakresie ruchomości kręgosłupa z wykorzystaniem testu palce-podłoga oraz testu Schobera. Zmiana odczuwanego przez pacjentów nasilenia bólu w skali VAS przed i po terapii nie była istotna statystycznie, pomimo zaobserwowanej poprawy. U większości pacjentów zaobserwowano poprawę zarówno w zakresie odczuwanego bólu, jak i ruchomości kręgosłupa [18].

Wpływ temperatur kriogenicznych na stan funkcjonalny pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowego badała również Demczuk-Włodarczyk i wsp. Badaniem objęto 40 pacjentów z zespołem bólowym odcinka lędźwiowego kręgosłupa, których podzielono na dwie grupy: grupę badaną stanowili pacjenci poddani krioterapii ogólnoustrojowej i 30-minutowej kinezyterapii analitycznej, grupę kontrolną –

pacjenci poddani tylko kinezyterapii. Terapia trwała 10 dni. Zastosowano ocenę intensywności bólu według skali VAS, ocenę siły mięśniowej według skali Lovetta, pomiar zakresu ruchomości kręgosłupa lędźwiowego (test Schobera, pomiar rotacji kręgosłupa lędźwiowego). Wykazano, że krioterapia wpływa na redukcję poziomu odczuwanego bólu, poprawę ruchomości kręgosłupa lędźwiowego oraz wzmacnia siłę mięśni odpowiedzialnych za stabilizację tułowia [17].

Wpływ dynamicznego plastrowania w połączeniu z krioterapią miejscową na zakres ruchomości oraz dolegliwości bólowe odcinka lędźwiowego kręgosłupa badała Ciosek i wsp. Badanych 90 pacjentów z chorobą zwyrodnieniową odcinka lędźwiowego kręgosłupa podzielono na trzy trzydziestoosobowe grupy: w pierwszej stosowano dynamiczne plastrowanie (zastosowano technikę mięśniową zgodnie z metodyką) i krioterapię miejscową, w drugiej tylko krioterapię miejscową a w trzeciej znaleźli się pacjenci oczekujący na zabiegi. Zabiegi krioterapii miejscowej wykonywano przez 3 tygodnie (15 dni) raz dziennie, za pomocą kriostymulatora działającego w systemie ciekłego azotu. Sposób schładzania odcinka lędźwiowego odbywał się poprzez użycie specjalnej dyszy kierowanej na pole zabiegowe. Czas zabiegu wynosił 3 minuty. Uzyskano istotną statystycznie poprawę w zakresie zmniejszenia odczuwanego bólu (skala VAS) oraz poprawę ruchomości kręgosłupa lędźwiowego (test Schobera) zarówno w grupie stosującej krioterapię miejscową w połączeniu z dynamicznym plastrowaniem jak i bez w porównaniu z grupą niestosującą żadnych zabiegów [19].

ELEKTROTHERAPIA

Działanie przeciwbólne elektroterapii jest związane z teorią kontrolowanego przepustu rdzeniowego (teoria Walla i Melzacka). Zgodnie z tą teorią, po podrażnieniu szybko przewodzących włókien czuciowych A-beta impulsem elektrycznym, bodziec ten szybko zostaje przeniesiony do rogów tylnych rdzenia, gdzie znajdują się komórki hamujące przekazywanie sygnałów z rdzenia kręgowego do mózgu. Komórki te zostają pobudzone przez docierający sygnał hamując jednocześnie wolniej docierające sygnały bólowe przewodzone przez włókna A-delta i C. Zabiegi elektroterapii pobudzają także uwalnianie opioidów oraz podwyższają próg czucia bólu a także pobudzają aktywność współczulnego układu nerwowego i w konsekwencji stymulują pompę mięśniową. Zjawiska te powodują lepsze ukrwienie tkanek, co sprzyja eliminacji mediatorów tkankowych pobudzających receptory bólu [5].

W badaniu przeprowadzonym przez Kochańskiego i wsp. oceniano zastosowanie TENS klasycznego i TENS uderzeniowego w krótkotrwałej terapii pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Badanych pacjentów (40 osób) podzielono na dwie grupy: w jednej stosowano TENS konwencjonalny (częstotliwość 100 Hz, czas trwania impulsu 100 us, przebieg monofazowy), w drugiej – TENS uderzeniowy (częstotliwość dwie serie impulsów na sekundę o częstotliwości 2 Hz, czas trwania serii impulsów 100 us). Terapia składała się z 5 zabiegów wykonywanych raz dziennie przez 5 dni w tygodniu, czas zabiegu wynosił 20 minut.

Zabiegi z zakresu elektroterapii prądami TENS (zarówno TENS konwencjonalny jak i uderzeniowy) wpłynęły na zmniejszenie bólu (numeryczna skala bólu NRS), poprawę ruchomości kręgosłupa lędźwiowego (test palce-podłoga) oraz poprawę jakości życia (kwestionariusz jakości życia Oswestry) [20].

W metaanalizie przeprowadzonej przez Lien-Chen Wu i wsp. wzięto pod uwagę 12 badań z udziałem łącznie 700 pacjentów, u których stosowano TENS w leczeniu przewlekłego bólu kręgosłupa lędźwiowego. Wyniki tej metaanalizy wskazują, że zmniejszenie odczuwanego bólu nie różniło się w grupie pacjentów stosujących TENS w porównaniu z grupą nie stosującą fizykoterapii. Ogólnie zabiegi TENS nie zapewniły poprawy w zakresie niepełnosprawności, ale TENS był bardziej skuteczny w poprawianiu funkcjonowania pacjentów w ciągu 6 tygodni po leczeniu. Wyniki te sugerują, że TENS nie zmniejsza objawów bólu dolnego odcinka kręgosłupa, ale może oferować poprawę w zakresie codziennego funkcjonowania pacjentów [21].

Natomiast w metaanalizie opracowanej przez Jauregui JJ i wsp. z udziałem łącznie 267 pacjentów (13 badań) wykazano, że leczenie przewlekłego bólu kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego za pomocą TENS przynosi znaczną redukcję bólu. Zastosowanie TENS może prowadzić do zmniejszenia zużycia leków przeciwbólowych i powinno być włączone do standardu leczenia w przewlekłym bólu kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego [22].

ULTRADŹWIĘKI

Terapia falą ultradźwiękową wywołuje w tkankach efekt termiczny, który jest zależny od parametrów fali ultradźwiękowej i jest to tzw. ciepło endogenne, powstające wewnątrz tkanek. Oddziaływanie ultradźwięków stanowi złożony, wypadkowy mechanizm procesów termicznych, mechanicznych oraz fizykochemicznych. Działanie mechaniczne jest podstawową składową miejscowego wpływu ultradźwięków wywołującą efekt mikromasażu. Fala ultradźwiękowa powoduje w tkankach wiele efektów wtórnych: zwiększa elastyczność tkanki łącznej, rozluźnia patologicznie przykurczone mięśnie, hamuje procesy zapalne, a także zmniejsza dolegliwości bólowe [16].

Skuteczność sonoterapii w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa sprawdzali Weber-Rajek i wsp. w badaniu przeprowadzonym w grupie 85 pacjentów. W grupie badanej stosowano zabieg sonoterapii (częstotliwość 1 Mz, gęstość mocy od 0,6 do 1,2 W/cm², czas zabiegu 6-8 minut) w liczbie 10 zabiegów w serii, w grupie kontrolnej nie stosowano żadnej terapii fizykalnej. Wykazano istotne statystycznie różnice w wynikach badanych zmiennych: w grupie stosującej sonoterapię zmniejszyły się dolegliwości bólowe (skala bólu VAS), zwiększyła się siłaktywność ruchowa pacjentów (kwestionariusz Laitiena) oraz zmniejszył się ich stopień niepełnosprawności (Oswestry Disability Index) spowodowany bólem kręgosłupa [23].

MAGNETOTERAPIA

Magnetoterapia to zabieg atermiczny. Pole magnetyczne ma działanie przeciwbólne, przeciwzapalne, przeciwozrękowe, przyspieszające regenerację tkanek. Działanie przeciwbólne

pola magnetycznego jest mało poznane, m.in. dochodzi do zwiększenia wydzielania endorfin oraz serotoniny we krwi i w mózgu [16].

W badaniu przeprowadzonym przez Fidut-Wrońską i wsp. oceniano wpływ włączenia pola magnetycznego niskiej częstotliwości do leczenia pacjentów z dyskopatią lędźwiową okładami borowinowymi i kinezyterapią. W badaniu wzięło udział 79 pacjentów. W grupie badanej stosowano okłady borowinowe (masę borowinową po podgrzaniu do 42°C nakładano na okolicę lędźwiową kręgosłupa przykrywając dodatkowo kocem w celu podtrzymania temperatury, czas zabiegu wynosił 20 minut), kinezyterapię (wykonywanie serii ćwiczeń w pozycjach niskich, składających się z ćwiczeń poprawiających kontrolę motoryczną oraz ćwiczeń oddechowych) oraz zabiegi pola magnetycznego niskiej częstotliwości (impulsowe pole magnetyczne o indukcji 3,8 mT, częstotliwości 25 Hz, impulsy prostokątne o czasie trwania 10 ms i czasie przerwy 30 ms; czas trwania zabiegu wzrastał progresywnie w kolejnych dniach zabiegowych od 15 do 20 minut). Grupę kontrolną stanowili pacjenci korzystający z okładów borowinowych i kinezyterapii. Pomiędzy badanymi grupami nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w badanych parametrach (skala bólu VAS, zmodyfikowana skala Quebec Task Force, Indeks Niepełnosprawności Oswestry, test Schobera oraz test palce-podłoga). W obu badanych grupach zaobserwowano istotne statystycznie zwiększenie zakresu ruchomości zgięcia kręgosłupa w teście Schobera i teście palce-podłoga oraz zmianę stopnia niepełnosprawności mierzonego wskaźnikiem Oswestry (ODI). Włączenie zabiegów pola magnetycznego niskiej częstotliwości do leczenia objawowej dyskopatii lędźwiowej za pomocą okładów borowinowych i kinezyterapii nie skutkowało uzyskaniem lepszych wyników terapii [24].

MASAŻ LECZNICZY

Masaż jest jedną z najstarszych form fizjoterapii, a jego istotę w klasycznej postaci stanowi mechaniczne wywieranie i zwalnianie ucisku na tkanki ustroju. Działanie przeciwbólowe masażu jest pochodną zmniejszenia napięcia mięśni i zwiększenia ich ukrwienia. Najlepsze działanie przeciwbólowe i rozluźniające mięśnie ma masaż segmentarny i punktowy. Ma działanie wspomagające w leczeniu bólu przewlekłego [5, 25].

KINEZYTERAPIA

Fizjoterapia, w tym kinezyterapia, stanowi nadrzędną metodę leczenia zachowawczego dolegliwości bólowych lędźwiowego odcinka kręgosłupa. Celem zabiegów terapii manualnej jest poprawa gry stawowej oraz likwidacja zablokowań stawów międzywyrostkowych, które niemal zawsze towarzyszą patologiom o charakterze morfologicznym. takim jak dyskopia czy zmiany zwyrodnieniowe. Ćwiczenia kinezyterapeutyczne ukierunkowane są na normalizację napięcia gorsetu mięśniowego, co przekłada się na poprawę stabilności kręgosłupa lędźwiowego i doprowadza do zmniejszenia zaburzeń czynnościowych [26].

W badaniu przeprowadzonym przez Kandora i wsp. analizowano wpływ kinezyterapii i terapii manualnej na kontrolę

posturalną osób z zespołem bólowym kręgosłupa. Badaną grupę 30 pacjentów podzielono na dwie grupy – w jednej stosowano standardowe ćwiczenia kinezyterapeutyczne o łącznym czasie trwania pojedynczej sesji do 40 minut, w drugiej – techniki terapii manualnej, których czas nie przekraczał jednorazowo 20 minut. W pierwszej grupie pacjenci rozpoczęli wykonywanie ćwiczeń w pozycji niskiej przechodząc stopniowo do pozycji wyższych. Mięśniami wzmacnianymi w prowadzonych ćwiczeniach były mięśnie brzucha, pośladkowe oraz kulszowo-goleniowe. W drugiej grupie pacjenci byli poddawani zabiegom terapii manualnej polegającym na przywróceniu prawidłowej ruchomości zablokowanych stawów międzykręgowych za pomocą biernych mobilizacji. W terapii zastosowano dwie techniki manualne, których częścią wspólną było wykonywanie rotacji kończyn względem miednicy przy jednoczesnym zachowaniu optymalnego zakresu mobilizacji bez prowokacji dolegliwości bólowych. Czas trwania terapii w obydwu grupach wynosił 10 dni, a pomiarów stabilometrycznych dokonywano pierwszego, piątego i dziesiątego dnia. Uzyskane wyniki badań obrazują pozytywny wpływ ćwiczeń kinezyterapeutycznych oraz terapii manualnej na zrównoważenie sił reakcji podłoża w oparciu o badanie stabilograficzne u pacjentów z przewlekłym bólem kręgosłupa lędźwiowego. Zabiegi z zastosowaniem terapii manualnej w pierwszych pięciu dniach leczenia prowadzą do bardziej dynamicznego i wyraźnego efektu równomiernego rozkładu sił reakcji podłoża kończyn dolnych w odniesieniu do zabiegów kinezyterapii [26].

NOWE METODY FIZYKOTERAPII

Nowymi metodami fizykoterapii wykorzystywanymi w terapii zespołów bólowych kręgosłupa są m.in. terapia z wykorzystaniem radialnej fali uderzeniowej RSWT, pozaustrojowej fali uderzeniowej ESWT, terapia wielokrotnego impulsu MTI oraz terapia sygnałem pulsacyjnym PST. Ból przewlekły kręgosłupa łączy się zwykle z napięciami mięśniowymi. Terapia punktów spustowych z wykorzystaniem fali uderzeniowej (ESWT) prowadzi do rozluźnienia przykurczonych mięśni, eliminując tym samym napięcie w obrębie nerwu, dysku czy stawów kręgosłupa. Terapia wielokrotnego impulsu, zmieniając wielkość napięcia mięśniowego, wykazuje działanie przeciwbólowe. Terapia wielokrotnego impulsu wywołuje mobilizację połączeń międzykręgowych poszczególnych segmentów kręgosłupa, zmieniając napięcie mięśni przykręgosłupowych. Terapia z użyciem sygnału pulsacyjnego pobudza procesy regeneracyjne organizmu, wpływa na wzrost stężenia proteoglikanów, kolagenu, namnażanie chondrocytów i stymuluje wzrost osteocytów [27].

FARMAKOTERAPIA

Nieodzownym elementem postępowania w przewlekłych zespołach bólowych kręgosłupa jest farmakoterapia zarówno z wykorzystaniem metod fizykoterapii (jonoforeza i fonoforeza) jak i w postaci przyjmowanych leków.

Jonoforeza jest jednoczesnym aplikowaniem leku i działaniem fizykalnym zastosowanego prądu, jednak głównie polega na wprowadzeniu do tkanek dysocjowanych leków siłami pola elektrycznego. W leczeniu pacjentów z zespołem bólowym

kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego najczęściej zastosowanie mają NLPZ w postaci wodnego roztworu leku lub żelu (diclofenak, ketoprofen, ibuprofen) aplikowane przykręgosłupowo na odcinek lędźwiowo-krzyżowy [28]. Fonoforeza polega na wprowadzeniu przez skórę do głębiej położonych tkanek określonego leku za pomocą ultradźwięków, w przypadku zespołów bólowych kręgosłupa l-s jest stosowana miejscowo, przykręgosłupowo w odcinku lędźwiowo-krzyżowym. Lek, w przypadku zespołów bólowych kręgosłupa najczęściej NLPZ (np. diclofenak, naproxen, ketoprofen), dodaje się do sprzęgającego żelu lub jest już w tym żelu zawarty. Fonoforeza wykazuje intensywniejsze działanie w stanach zapalnych stawowych i okołostawowych niż w przewlekłych zmianach zwyrodnieniowych [29].

W postępowaniu farmakologicznym uwzględnić należy schemat WHO 3-stopniowej drabiny analgetycznej tak, aby ból w możliwie najmniejszym stopniu powodował obniżenie sprawności i jakości życia. Do leków pierwszego wyboru należą paracetamol i niesteroidowe leki przeciwzapalne. Istnieją wiarygodne dane na krótkotrwałą skuteczność NLPZ, leków obniżających napięcie mięśniowe (głównie w zaostrzeniach dolegliwości) oraz trójpierścieniowych leków przeciwdepresyjnych. Jeżeli pomimo stosowanego leczenia ból trwa lub narasta należy rozważyć włączenie słabych opioidów, najczęściej tramadolu. Analiza wielu badań wykazała jego skuteczność w zmniejszaniu bólu i poprawie funkcjonowania pacjentów. Kontrowersyjne pozostaje nadal stosowanie w tej grupie pacjentów silnych opioidów (najczęściej stosowane są buprenorfina lub oksykodon), chociaż, powinno być rozważone, jeżeli inne metody skutecznego leczenia zawiodą. U części pacjentów może występować komponent bólu neuropatycznego, wówczas do terapii należy włączyć leki przeciwdepresyjne lub przeciwdrgawkowe (najczęściej gabapentynę lub pregabalinę) [30].

PODSUMOWANIE

Balneologia i fizjoterapia stanowią istotny element terapii zespołów bólowych kręgosłupa. Przedstawione w pracy wyniki badań potwierdzają skuteczność kompleksowej fizjoterapii uzdrowskiej w leczeniu tego typu schorzeń. W podsumowaniu warto przytoczyć jeszcze wyniki badań przeprowadzonych przez Matusiak i wsp. dotyczących oceny skuteczności kompleksowego leczenia uzdrowskiego, stosowanego podczas turnusu w Sanatorium Uzdrowskim w Polanicy Zdroju, w leczeniu dolegliwości bólowych odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. Wszyscy pacjenci (50 kuracjuszy w wieku 57-72 lata) przez cały okres pobytu w sanatorium korzystali z zabiegów fizykoterapeutycznych: krioterapii miejscowej, TENS, biostymulacji laserowej, zmiennej pola magnetycznego o niskiej częstotliwości, fonoforezy z żelem ketoprofen, naświetlań lampą sollux z filtrem czerwonym (naprzemiennie z zabiegami krioterapii) oraz masażu klasycznego i kinezyterapii. Kompleksowe postępowanie fizjoterapeutyczne stosowane w lecznictwie uzdrowskim wpłynęło na zmniejszenie bólu (skala NRS), poprawiło zakres zgięcia w przód całego kręgosłupa (test palce-podłoga), zmniejszyło też niepełnosprawność w zakresie

wykonywania czynności dnia codziennego (Kwestionariusz Niepełnosprawności Rolanda-Morrisa) [3].

Piśmiennictwo

1. Foster NE, Anema JR, Cherkin D, Chou R i wsp. Profilaktyka i leczenie bólu krzyża – dane naukowe, wyzwania i obiecujące kierunki. *Medycyna Praktyczna Neurologia*. 2018;5(53): 45-69.
2. Swarowska-Skuza M. Zespoły bólowe dolnego odcinka kręgosłupa. *Neurologia po Dyplomie*. 2018;13(6): 28-36.
3. Matusiak J, Kaczorowska A, Katan A. Ocena skuteczności fizjoterapii uzdrowskiej w leczeniu dolegliwości bólowych odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. *Acta Balneologica*. 2019;3(157):189-194.
4. Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowskiej. Tom II, część kliniczna. Ponikowska I. Balneoterapia i leczenie uzdrowskie w chorobach neurologicznych. Wydanie I. Wydawnictwo Aluna. Konstancin Jeziorna. 2018:181-185.
5. Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowskiej. Tom II, część kliniczna. Ponikowska I, Person D. Balneoterapia i fizjoterapia w walce z bólem. Wydanie I. Wydawnictwo Aluna. Konstancin Jeziorna. 2018:190-200.
6. Dadel M, Trościanko-Wilk E. Wybrane przykłady zastosowania radonoterapii w leczeniu schorzeń narządu ruchu w literaturze polskiej i zagranicznej (lata 1950-2013) *Acta Balneologica*. 2014;1(135):46-50.
7. Korczak M, Owczarek J. Właściwości lecznicze wód siarczkowych. *Acta Balneologica*. 2014;2(136):106-108.
8. Puszczylowska-Lizis E, Łuczyszyn P. Propozycja nowoczesnej balneorehabilitacji pacjentów z dyskopatią lędźwiową. *Acta Balneologica*. 2011;4(126):282-287.
9. Gati T, Tefner IK, Kovacs L, et al. The effects of the calcium-magnesium-bicarbonate content in thermal mineral water on chronic low back pain: a randomized, controlled follow-up study. *International Journal of Biometeorology*. 2018;62:897-905.
10. Huber D, Grafetstatter C, Prosegger J et al. Green exercise and mg-ca-504 thermal balneotherapy for the treatment of non-specific chronic low back pain: a randomized controlled clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2019:20-221.
11. Tefner I, Nemeth A, Laszlofi A et al. The effect of spa therapy in chronic low back pain: a randomized controlled, single-blind, follow-up study. *Rheumatol Int* 2012;32:3163-3169.
12. Karagülle M, Karagülle M. Effectiveness of balneotherapy and spa therapy for the treatment of chronic low back pain: a review on latest evidence. *Clin Rheumatol*. 2015; 34:207-214.
13. Onat S, Taşoğlu Ö, Güneri F et al. The effectiveness of balneotherapy in chronic low back pain. *Clin Rheumatol*. 2014;33:1509-1515.
14. Yücesoy H, Geçmen I, Adigüzel T et al. Efficacy of balneological outpatient treatment (hydrotherapy and peloidotherapy) for the management of chronic low back pain: a retrospective study. *International Journal of Biometeorology*. 2019;63:351-357.
15. Weber-Rajek M, Czerniachowska I, Radziwińska A i wsp. Ocena skuteczności okładów borowinowych w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. *Acta Balneologica*. 2016;3(145):178-184.
16. Radziwińska A, Strączyńska A, Weber-Rajek M i wsp. Oswestry Disability Index (ODI) - metoda oceny skuteczności terapii fizykalnej u pacjentów z zespołami kręgosłupa. *Acta Balneologica*. 2017;4(150):310-316.
17. Demczuk-Włodarczyk E, Kurant B, Kopa-Szocińska M i wsp. Wpływ temperatur kriogenicznych na stan funkcjonalny pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowego. *Fizjoterapia Polska*. 2014;3(14):36-56.

18. Barocha M, Daniszewska P, Kikowski Ł. Wpływ zabiegu krioterapii ogólnoustrojowej na dolegliwości bólowe i ruchomość kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego w przebiegu choroby zwyrodnieniowej. *Acta Balneol.* 2016;4(146):244-249.
19. Ciosek Ż, Kopacz Ł, Kot K i wsp. Wpływ dynamicznego plastrowania w połączeniu z krioterapią miejscową na zakres ruchomości oraz dolegliwości bólowe odcinka lędźwiowego wśród pacjentów z chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa. *Fizjoterapia Polska.* 2017;2(17):36-46.
20. Kochański W, Stąporek D, Kochański M. TENS klasyczny i TENS uderzeniowy stosowany w krótkotrwałej terapii w ocenie pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. *Acta Balneol.* 2015;4(142):265-270.
21. Lien-Chen Wu, Pei-Wei Weng, Chia-Hsien Chen et al. Literature review and meta-analysis of transcutaneous electrical nerve stimulation in treating chronic back pain. *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43:425-433.
22. Jauregui J, Cherian J, Gwam C et al. A Meta-Analysis of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Chronic Low Back Pain. *Surg Technol Int.* 2016;28:296-302.
23. Weber-Rajek M, Radziwińska A, Słomiński Słowiński i wsp. Ocena skuteczności sonoterapii w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego – badanie pilotażowe. *Acta Balneol.* 2017;2(148):104-110.
24. Fidut-Wrońska J, Latosiwicz R, Janikowska K i wsp. Ocena wpływu włączenia pola magnetycznego niskiej częstotliwości do leczenia pacjentów z dyskopatią lędźwiową okładami borowinowymi i kinezyterapią. *Acta Balneol.* 2017;2(148):111-117.
25. Garczyński W, Lubkowska A. Postępowanie fizjoterapeutyczne u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi lędźwiowego odcinka kręgosłupa. *Journal of Health Sciences.* 2013; 3(4):118-130.
26. Kandora T, Ptaszkowski K, Słupska L i wsp. Analiza wpływu kinezyterapii i terapii manualnej na kontrolę posturalną osób z zespołem bólowym kręgosłupa. *Acta Balneol.* 2016;1(143):31-38.
27. Kamelska AM. Zastosowanie nowych metod fizykalnych w przewlekłych zespołach bólowych kręgosłupa. *Acta Balneologica.* 2013;1(131):36-41.
28. Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowiskowej. Tom I, część ogólna. Kochański JW. *Elektroterapia.* Wydanie I. Wydawnictwo Aluna. Konstancin Jeziorna 2017:466-506.
29. Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowiskowej. Tom I, część ogólna. Kochański JW. *Ultrasonoterapia – leczenie ultradźwiękami.* Wydanie I. Wydawnictwo Aluna. Konstancin Jeziorna. 2017:518-523
30. Dobrogowski D, Wordliczek J, Istrati J. Zespoły bólowe narządu ruchu. Bóle kręgosłupa. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa. 2012:413-421.

Konflikt interesów:

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów

Pracę nadesłano: 30.03.2020

Zaakceptowano: 08.05.2020

ADRES DO KORESPONDENCJI:

Agnieszka Rudnicka

Szpital Bielański
Zakład Fizjoterapii i Rehabilitacji
ul. Ceglowska 80
01-809 Warszawa
e-mail: agnieszkarudnicka@poczta.fm
tel.: +48 693 376 756

ORCID i wkład Autorów w pracę

0000-0001-6968-4541 – Katarzyna Nowicka (E, F)
Anna Zduńska (A, B, C, D)
Sebastian Zduński (B, C, E)
Agnieszka Rudnicka (D)

A – Koncepcja i projekt badawczy, B – Gromadzenie i / lub gromadzenie danych,
C – Analiza i interpretacja danych, D - Pisanie artykułu,
E – Krytyczna rewizja artykułu, F - Ostateczne zatwierdzenie artykułu

Relacje między stymulacjami wibracyjnymi, a zmiennością motoryki człowieka

Relations Between Vibratory Stimulations and the Variability of Human motor Skills

DOI: 10.36740/ABAL202002110

Mateusz Bartczyk¹, Andrzej Suchanowski², Marta Woldańska-Okońska¹¹Klinika Rehabilitacji i Medycyny Fizycznej UM, Łódź, Polska²Wydział Fizjoterapii, OSW, Olsztyn, Polska

STRESZCZENIE

Stymulacja bodźcami wibracyjnymi jest kolejnym środkiem w postępowaniu fizjoterapeutycznym i w treningu sportowym. Szczególnie zainteresowanie badaniami znacznie wzrosło w dziedzinie biomechaniki i treningu sportowego. Podstawowym przedmiotem badań są efekty stymulacji bodźcami wibracyjnymi w odniesieniu do siły motorycznej, właściwości koordynacyjnych i mobilności. Celem pracy jest omówienie parametrów stymulacji oraz przegląd biomechanicznych i fizjologicznych efektów stosowania wibracji całego ciała na zdolności motoryczne człowieka.

Słowa kluczowe: fizjoterapia, zdolności motoryczne, wibracja całego ciała, rezonans stochastyczny

SUMMARY

Stimulation of vibratory stimuli is another measure in physiotherapeutic and sports training. Particularly the interest in research has significantly increased in the field of biomechanics and sports training. The basic subject of the research is the effects of stimulation with vibratory stimuli in relation to motor strength, coordination properties and mobility. The aim of the work is to discuss the parameters of stimulation and to review the biomechanical and physiological effects of using the whole body vibration on the human motor skills.

Key words: physiotherapy, motor skills, whole body vibration, stochastic resonance

Acta Balneol, TOM LXII, Nr 2(160);2020:127-132

Organizm człowieka jest bardzo wrażliwy na zmiany parametrów stymulacji tj. miejsce indukcji, kierunek podawania drgań na ciało, czas trwania stymulacji, częstotliwość, amplituda, oscylacja sinusoidalna (harmoniczna) lub stochastyczna (nieharmoniczna) [1], co więcej niewielkie modyfikacje parametrów stymulacji mogą prowadzić do nagłych zmian stanu fizjologicznego i motoryczności [2]. Można to wytłumaczyć między innymi tym, że człowiek, patrząc od strony fizycznej, stanowi wielokrotnie sprzężony układ oscylatorów sprężynujących i masowych. W zależności od budowy ciała, jego pozycji i miejsca wprowadzenia drgań przenoszone lub filtrowane są rodzaje energii i częstotliwości. Ponadto człowiek dysponuje nie jednym, lecz kilkoma układami receptorów, które mogą rejestrować wpływ drgań, co w praktyce oznacza, że każda osoba przy identycznej stymulacji wibracjami może wykazywać różne reakcje [1].

Celem pracy jest omówienie parametrów stymulacji oraz przegląd biomechanicznych i fizjologicznych efektów

stosowania wibracji całego ciała na zdolności motoryczne człowieka.

Bodźce wibracyjne nie są wykrywane wyłącznie przez jeden typ receptorów, jednakże istnieje interakcja między różnymi typami receptorów (receptory skórne, wrzeciona nerwowo-mięśniowe, narządy ścięgniste Golgiego, narządy przedsiónekowe) w zakresie zachodzących na siebie zakresów czułości i najlepszej częstotliwości (częstotliwość bodźca, przy której jeden typ receptora wykazuje najwyższą czułość) [3] (np. ciało Meissnera i ciało Vater-Pacini). Ciałka te należą do mechanoreceptorów, odpowiadając za odbiór bodźców mechanicznych, takich jak dotyk, wibracje, rozciąganie. Znajdują się one między innymi w skórze palców i stopy, ciałach jamistych prząca, ścięgnach, torebkach stawowych, okostnej i kręzce [4, 5].

Wykrywają zniekształcenia skóry i narządów wewnętrznych, wynikające z zewnętrznych bodźców i przekazują do centralnych włókien nerwowych. Reagują one na siły ścinające

przez styczne rozciąganie błony komórkowej prowadząc do otwarcia kanałów jonowych i wywołania odpowiedzi neuronalnej (potencjał receptorowy, czynnościowy, generatorowy) będącym podstawowym mechanizmem percepcji wibracji. Nerw trójdzielnny przekazuje sygnały bodźców wibracyjnych z obszaru twarzy, a droga sznurów grzbietowych przekazuje sygnały bodźców wibracyjnych z pozostałych części ciała (ponadto delikatny dotyk i 2-punktową dyskryminację). Sygnały są przekazywane przez wzgórze do zakrętu zaśrodkowego pierwotnej kory somatosensorycznej [3, 6, 7]. Funkcją receptorów w percepcji bodźców wibracyjnych jest uświadomienie różnych częstotliwości bodźców zewnętrznych. Ciałka Meissnera wykrywają częstotliwości między 30 a 50 Hz, ciała Vatera-Paciniego są wrażliwe na częstotliwości od 60 do 400 Hz [3].

Mimowolna anteropulsja ciała w wyniku stymulacji mechanoreceptorów skórnych pokazuje, w jaki sposób informacja eksteroceptywna, zaangażowana w percepcję ruchu szyi, jest zintegrowana w celu kontroli orientacji całego ciała i monitorowania przemieszczenia środka ciężkości ciała (Winter i wsp. 1996). Możliwość wywołania efektu inklinacji całego ciała, indukowanego przez stymulację wibracyjną (Ivanenko i wsp. 2000), można wyjaśnić, biorąc pod uwagę, że mechanoreceptory typu II (np. ciało Vatera-Paciniego i ciało Ruffiniego) z obszaru szyi przesyłają informację o bodźcach do jądra brzuszno-tylno-bocznego wzgórza, a następnie do pierwotnej kory somatosensorycznej, do kory ciemieniowej (poziom drugorzędowej kory somatosensorycznej w obszarze 5) (Felleman i Van Essen 1991). Kora somatosensoryczna wyższego rzędu przetwarza informacje dotykowe i wykorzystuje sygnały proprioceptywne do wewnętrznych reprezentacji zintegrowanych pozycji kończyn (Mountcastle 1997; Kandel 2013). Poza tym, aktywacja receptorów znajdujących się w stawach w pozycji statycznej lub w ruchu, zwłaszcza szybko i wolno dostosowujących się mechanoreceptorów typu II, wskazuje na zaangażowanie tych receptorów w funkcje proprioceptywne poza ich głównym celem eksteroceptywnym (Johansson i Vallbo 1983) [8].

W badaniach dotyczących stymulacji mechanoreceptorów skórnych badano jedynie stabilność postawy w następstwie stymulacji bodźcami stochastycznymi (mechaniczny lub elektryczny) aplikowanych na powierzchnię skóry kończyn dolnych (Priplata i wsp. 2003; Magalhaes i Kohn 2012, 2014). Podjęto próbę analizy efektów mechanizmu rezonansu stochastycznego w zakresie stabilności postawy, który zwiększa zdolność percepcji bodźców (potencjał błonowy receptora waha się bliżej progu czuciowego) (McDonnell i Ward 2011) [8].

Integracja sensoryczna nie opiera się na funkcji, w której różne sygnały aferentne są reprezentowane w tej samej wartości, raczej dominują poszczególne aferentne. Zmiany fazowe można wyjaśnić w reakcji fizjologicznej jako zmianę dominacji między różnymi typami receptorów. Dominacja jednego typu receptorów wynika między innymi z tego, jak szeroki zakres częstotliwości stymulacji zgadza się z najlepszą czułą częstotliwością [9]. Częstotliwość theta (od 3,5 do 7,5 Hz) i alfa (od 7,5 do 12,5 Hz) charakteryzują się szczególnie wysoką czułością [10]. Propriocepcja jest składową funkcji

motorycznych, co w przypadku upośledzenia czucia znacząco utrudnia zdolność jednostki do wykonywania zadań ruchowych. Konsekwencją redukcji propriocepcji i równowagi jest utrata wytrzymałości i funkcji mięśni, która może ograniczać czynności życia codziennego i mobilności, zwiększyć szansę upadków i mikrourazów, a także spowodować utratę mechanoreceptorów. Braki w kontroli nerwowo-mięśniowej przyczyniają się do funkcjonalnej niestabilności stawów. Pojawić się mogą powtarzające się mikrourazy w stawie podczas chodu i każdej aktywności życia codziennego. Te powtarzające się mikrotraumy i zanikanie zdolności rozpoznania pozycji stawu są prekursorem i elementem zaostrażającym dla zmian zwyrodnieniowych dotyczących całego narządu ruchu [11].

W chorobie Parkinsona wykazano, że stosowanie drgań o wysokiej częstotliwości (>16 Hz) powoduje iluzje kinestetyczne, znaczne upośledzenie w realizacji ruchów celowych oraz mniejszy wpływ na zachowanie ruchowe [2].

Miejsce indukcji, rodzaj drgań, częstotliwość, amplituda, czas trwania posiadają decydującą rolę w ustanowieniu odruchu i jego wzorze. Aplikacja wibracji całego ciała wywołuje trzy główne efekty motoryczne w stymulowanych mięśniach. Po pierwsze, determinuje odpowiedź nerwowo-mięśniową podobną do odruchu na rozciąganie nazwaną odruchem tonicznym na wibracje (TVR, tonic vibration reflex), po drugie obniża pobudzenie motoneuronów mięśni antagonicznych do mięśni stymulowanych wibracjami, po trzecie, zostaje stłumiony monosynaptyczny odruch na rozciąganie wibrowanych mięśni tzw. busy-line [12]. Ponadto, należy wziąć pod uwagę tworzenie się zjawiska interferencji pasma częstotliwości pomiędzy centralnie i obwodowo generowanymi oscylacjami neuronalnymi, jako składnik systemu funkcjonalnego, gdyż mogą powodować wzmocnienie lub zahamowanie przetwarzania bodźców zmysłowych [13]. Istnieje możliwość częściowej kontroli funkcji fizjologicznych poprzez stosowanie wybranych konfiguracji drgań, ale także poprzez pozycję ciała, czas przerwy, skupienie uwagi, periodyzację oddziaływania, odpowiednią integrację środków terapeutycznych, które zwiększają prawdopodobieństwo pojawienia się niektórych fizjologicznie znaczących wzorców ruchowych lub zmian behawioralnych [14]. W piśmiennictwie istnieją bardzo niespójne obciążenia osób poddanych stymulacji bodźcami wibracyjnymi. Dla przykładu, amplituda różni się między sobą od 2 do 10 milimetrów, częstotliwość od 3 do 50 Hz. Dlatego nie jest jasne, czy zastosowane parametry stymulacji są optymalnym bodźcem do osiągnięcia maksymalnego efektu terapeutycznego (tab. 1) [15].

Aby uzyskać docelowy efekt w postępowaniu fizjoterapeutycznym należy stosować wybrane parametry stymulacji. Im większa amplituda, tym wyższe siły przyspieszenia działające na organizm. Wymuszony ruch drgań mechanicznych zależy od wielkości amplitudy. Organizm człowieka amortyzuje siły działające na ciało poprzez skurcz izotoniczny lub izometryczny. Stosowanie częstotliwości powyżej 30 Hz może prowadzić do niekontrolowanego skurczu włókien mięśniowych – zapobiegając pozytywnym efektom koordynacji, natomiast powyżej 40 Hz dochodzi do zwężenia naczyń krwionośnych [16].

Tabela 1. Właściwości i specyfika stymulacji wibracyjnych oddziałujących na całe ciało [wg 15]

Intensywność bodźca	Czas trwania bodźca	Zakres serii	Czas trwania przerwy	Częstotliwość oddziaływania	Czas trwania oddziaływania
Amplituda: 2-10 mm	30-120 s.	2 x 30-60 s., 5 x 60 s., 3 x 120 s., etc.	5-90 s.	2-5/tydzień	3-37 tygodni
Częstotliwość: 3-50 Hz					

Gurfinkel i wsp. (1998) wykazali, że wibracja całego ciała w zakresie częstotliwości od 20 do 60 Hz spowodowała quasi-rytmiczne ruchy spacerowe kończyn dolnych, a tym samym aktywuje zespół komórek central pattern generator (CPG), które są wysoce istotne dla generowania rytmicznych, naprzemiennych aktywacji mięśni kończyn dolnych w celu reedukacji lokomocji [17].

Oddziaływanie rezonansem stochastycznym opiera się na zjawisku rezonansu akcydentalnego, które jest zmiennością naturalną w układach biologicznych [18]. Rezonans stochastyczny to zjawisko, w którym odpowiedź układu dynamicznego na zewnętrzny sygnał osiąga wartość optymalną w obecności szumu o pewnym konkretnym natężeniu. Szum może niekiedy poprawić, nie zaś wyłącznie pogorszyć własności niektórych urządzeń. Zjawisko to dotyczy układów nieliniowych, które mogą posiadać kilka stabilnych stanów. W organizmie człowieka ma fundamentalne znaczenie, ponieważ pojedyncze neurony narządów sensorycznych na poziomie kanałów jonowych oraz sieci neuronalne wykazują naturalne zachowanie stochastyczne przy efektywnym kodowaniu i transmisji danych [19]. Jeżeli słaby sygnał nośny jest transmitowany do człowieka, to wykrywalność sygnału poprawia się, jeśli zawiera również elementy stochastyczne (synonim: szum, zakłócenie), co prowadzi do lepszej skuteczności odbierania lub zwiększonej zawartości informacji w pewnej reakcji. Jest prawdopodobne, że zakłócenie implikuje ciągłe nowe wrażenia sensoryczne, które poprawia wybór informacji i oszacowanie maksymalnego prawdopodobieństwa dla poleceń eferentnych [20]. Drgania stochastyczne wchodzi w interakcję z równie stochastycznymi parametrami czynnościowymi układu nerwowego [18]. Stosowanie drgań stochastycznych powoduje zwiększone uwalnianie czynników neurotroficznych, co z kolei wiąże się ze zmniejszeniem reakcji neuropatologicznych. Nelson i wsp. (2004) wykazali, że stosowanie drgań stochastycznych powoduje wyższą aktywność dodatkowej korze ruchowej (SMA, supplementary motor area) ważnej dla generowania skomplikowanych wzorców ruchowych, która stanowi ściśle połączenie z systemem działania dopaminergicznego. Dodatkowo prowadzą do stosunkowo mocnych aktywacji obszarów przedczołowej kory, które są ważne dla nowej nauki lub braku rutynowych decyzji [21]. Dreher i Grafman (2002) zaobserwowali, że drgania stochastyczne prowadzą do zwiększenia aktywności mózdzku. Small i wsp. (2002) oraz Saini i wsp. (2004) stwierdzili, że zwiększająca się aktywność mózdzku zapewnia większą

neuroplastyczności i lepsze wyniki rehabilitacji u pacjentów z SM i po udarze mózgu [2]. Kaut i wsp. (2016) [22] zaobserwowali bardzo wyraźną zwiększoną aktywność w ciele prążkowym (striatum), szczególnie w głowie jądra ogoniastego i w skorupie, dzięki której ułatwia wykonanie ruchów dobrowolnych w sposób płynny i pewny, wybierając odpowiednie dla niego wykonanie i inicjując ruch, jednocześnie zapewniając zahamowanie ruchów opozycyjnych. W grupie pacjentów w podeszłym wieku, po udarze mózgu oraz z neuropatią cukrzycową zdolność wykrywania sygnałów stochastycznych jest lepsza o 16 do 34% w porównaniu do sygnałów sinusoidalnych [20]. Stosowanie metody rezonansu stochastycznego wymusza mechaniczne wibracje, które charakteryzują się zmiennością rytmu, amplitudy i kierunku wibracji, co wymusza dążenie do dobrych wyborów w analizie OUN i odpowiedzi na bodźce zakłócające równowagę ciała [13, 23]. Brak wystarczających poziomów wolnej aktywacji mięśni zmniejsza udział neuronalnych jednostek motorycznych niskoprogowych. Związana relatywnie duża część szybkich jednostek o wysokim progu aktywacji prowadzi do stanu, w którym mięsień nie jest aktywowany wcale lub aktywowany wyłącznie maksymalnie, a tym samym nie powstaje bodziec do skutecznej reedukacji funkcji mięśni, co wiąże się ze stresem oksydacyjnym i zmniejszoną odpornością na zmęczenie [1]. W celach rehabilitacyjnych drgania stochastyczne są ważne, ponieważ nadprogowa aktywacja nerwowo-mięśniowa może być generowana bez konieczności użycia sygnałów silnie energetycznych (wysokie amplitudy względem wysokiej częstotliwości), które mogą stanowić przeciwwskazanie dla osób długotrwale nieaktywnych [24]. Regulacja wibracji odbywa się poprzez adaptację napięcia odpowiednich kompleksów mięśniowo-ścięgnistych, co dodatkowo prowadzi do stosunkowo rytmicznych wzorców aktywacji mięśni. Natomiast drgania stochastyczne są nieprzewidywalne. W ten sposób stale pojawiają się nowe stany podrażnienia i wymagają ciągłych zmian napięcia w celu wytworzenia stanów aktywacji mięśni dostosowanych do określonego schematu bodźca [9]. Ponadto, znajomość licznych zróżnicowanych wartości referencyjnych pobudza potencjał interekstrapolacji, dzięki któremu jest możliwa optymalna adaptacja akcji nerwowo-mięśniowej do nowych wymagań i sytuacji [24]. W odniesieniu do właściwości koordynacyjnych stosowanie w pierwszych etapach rehabilitacji drgań sinusoidalnych jest korzystne dla aktywacji mięśniowej, ale w późniejszych etapach drgania stochastyczne są zdecydowanie ważne, ponieważ zmienna

stymulacja promuje neuroplastyczność i łączność z sieciami neuronowymi [21].

Aplikacja wibracji prowadzi do skurczu ponad 80% włókien mięśniowych, natomiast ćwiczenia siłowe angażują 50-60% włókien mięśniowych. Skurcz mięśni zostaje stłumiony po stymulacji bodźcami wibracyjnymi, co zwiększa wydajność mięśni w przeciwieństwie do ćwiczeń siłowych [16]. Obecnie istnieje wiele badań dotyczących skuteczności stymulacji bodźcami wibracyjnymi w zakresie parametrów siły i prędkości wykonanego ruchu, aczkolwiek uzyskane wyniki są znacznie zróżnicowane. Prace badawcze można podzielić ze względu na czas trwania oddziaływania (30-60 min i powyżej 14 dni) oraz ze względu na miejsce indukcji tj. poszczególne segmenty ciała lub zespoły ścięgien mięśni i wibracji całego ciała.

Zespół badawczy Bosco i wsp. zastosowali drgania sinusoidalne pionowe (30 Hz, amplituda 6 mm, 5 serii po 60 s, oddzielone przerwami o tym samym czasie) u włoskich bokserów klasy międzynarodowej. Odnotowali wzrost mocy maksymalnej mięśnia dwugłowego ramienia o 8% ($p < 0,001$) [25]. W kolejnych badaniach Bosco i wsp. zastosowali drgania sinusoidalne pionowe (26 Hz, 10 serii po 60 s, oddzielone przerwami o tym samym czasie) odnotowując wzrost mocy maksymalnej o 7%, siły eksplozywnej o 4% i prędkości ruchu o ok. 3% zespołów mięśniowych kończyn dolnych [26, 27]. Bosco i wsp [27] oraz Issurin i wsp. [28], wyjaśniają, iż wzrost zdolności wytrzymałości siłowej po stymulacji bodźcami wibracyjnymi w krótkim czasie wiąże się z skuteczniejszą koordynacją nerwowo-mięśniową w postaci bardziej zsynchronizowanej aktywności mięśniowej i większej liczby rekrutowanych jednostek ruchowych. Przyczyną zmiany adaptacyjnej układu nerwowo-mięśniowego jest wywołanie tonicznego odruchu wibracyjnego i wzrost sygnałów eferentnych [12], aczkolwiek istnieją dowody przeciwko zwiększonej aktywności eferentnej [29]. Kolejne wyjaśnienia dotyczące poprawy siły uwzględniają zmiany hormonalne. Bosco i wsp. [27] zastosowali wibrację całego ciała (drgania sinusoidalne pionowe, 26 Hz, amplituda 4 mm, 10 serii po 60 s, oddzielonych przerwami o tym samym czasie) u mężczyzn w wieku 25 lat (SD: 4,6). Zaobserwowali znaczny wzrost stężenia testosteronu i hormonów wzrostu, z jednoczesną obniżoną wartością stężenia kortyzolu. Autorzy podkreślają pozytywny wpływ zmiany biochemicznej, jako reakcję doraźną, ponieważ jest mało prawdopodobne, że w krótkim okresie wystąpią hipertroficzne zmiany morfologiczne.

Samuelson i wsp. [30] i Jordan i wsp. [31] wykazali brak wzrostu maksymalnej siły skurczów izometrycznych i wytrzymałości (zdefiniowano jako czas w sekundach, w którym siła wywierana obniżyła się o 10% od wartości początkowej) prostowników stawu kolanowego w stymulacji wibracjami o częstotliwości 20 i 30 Hz. de Ruiter i wsp. [32] odnotowali, obniżenie wartości maksymalnego skurczu dowolnego (MVC) prostowników stawu kolanowego w odstępach co 90 sekund od stymulacji bodźcami wibracyjnymi (drgania sinusoidalne pionowe, 30 Hz, 8 mm, 5 serii po 60 s, 2 min przerwy między nimi), jednakże wartości MVC uległy zwiększeniu powyżej wartości początkowych w ciągu najbliższych trzech godzin.

W dodatku zastosowanie 6 zabiegów stymulacji wibracjami w ciągu dwóch tygodni nie powoduje wzrostu MVC i siły eksplozywnej prostowników stawu kolanowego u studentów nieaktywnych fizycznie. Sarabon i wsp. [33] zaobserwowali po zastosowaniu wibracji całego ciała (6 Hz i 10 Hz, 4 mm i 10 mm, 5 serii po 60 s) obniżone wartości siły eksplozywnej kończyn dolnych oraz lepszy rezultat w skoku po zeskoku z pewnej wysokości (Drop Jump). Künnemeyer i Schmidtbleicher [34] na podstawie testu Drop Jump (24 cm) odnotowali wydłużenie czasu kontaktu do skoku i obniżone wartości wysokości skoku bezpośrednio po stymulacji bodźcami wibracyjnymi oraz po 30 min. Issurin i wsp. [28] odnotował wzrost maksymalnej siły izotonicznej o 49,8% stosując drgania sinusoidalnie pionowe (44 Hz, 3 mm) w ciągu trzech tygodni. Bosco i wsp. [35] zaobserwowali poprawę w maksymalnej mocy wyjściowej i wysokości skoków po 10 zabiegach. Delecluse i wsp. zastosowali 36 sesji drgań sinusoidalnie pionowe (35-40 Hz, 2,5-5 mm) w ciągu 12 tygodni. Wykazali wzrost siły w pracy statycznej i dynamicznej prostowników stawu kolanowego odpowiednio o $16,6 \pm 10,8\%$ i $9,0 \pm 3,2\%$ oraz lepszy rezultat o $7,6 \pm 4,3\%$ w skoku w górę z miejsca poprzedzone szybkim ugięciem kkd i zamachem [36].

Stosowanie stymulacji dla pojedynczych struktur organizmu (biomechaniczna stymulacja mięśni), która wymusza rytmiczne drgania mechaniczne powoduje znaczne obniżenie pobudliwości α -motoneuronów [33, 34], obniża napięcie kompleksów mięśniowo-ścięgienistych co uniemożliwia szybkie początkowe rozciągnięcie wrzecion mięśniowych, działanie hamujące komórek Renshawa [32], brak zmian w modulacji szybkości wyzwiania jednostki ruchowej podczas zmęczenia [9] oraz wzrost temperatury mięśni, co powinno doprowadzić do zmęczenia [36].

Stosowanie drgań sinusoidalnych o wysokiej częstotliwości (20-60 Hz) może prowadzić do zaburzeń czucia lub utraty aktywności odruchowej [24]. Wykazano, że wysoka czułość w odniesieniu do czasu trwania stosowania drgań tj. kilkuminutowa ciągła stymulacja znacznie zmniejsza wartość odpowiedzi odruchowej [34]. Stopień iluzji kinestetycznych i związana z nimi modyfikacja sterowania ruchem zależy od różnych parametrów. M.in. od przekroczenia progu częstotliwości, zmiany amplitudy drgań [9], szybkości wykonania ruchu [37] oraz relacji między działalnością motoryki a niestabilnością obszaru podparcia generowaną przez platformy o różnych promieniach powierzchni (30-120 cm) [9].

Drgania rezonansowe definiuje się, jako wzrost amplitudy drgań struktur organizmu człowieka dla określonej częstotliwości w następstwie stosowania wymuszonych mechanicznie wibracji w dłuższym okresie, co może prowadzić do uszkodzenia struktur (np. krwawienie przewodu pokarmowego). Występowanie zjawisk rezonansowych jest zależne od stosowanej częstotliwości między 5-16 Hz [9, 38], pozycji wyjściowej pacjenta podczas stymulacji bodźcami wibracyjnymi i kierunku podawania drgań na ciało [38]. Stosowanie drgań sinusoidalnie pionowych w pozycji stojącej prowadzi do drgań rezonansowych, gdzie jako przyczynę określa się funkcję przyspieszenia grawitacyjnego, jednakże może dotyczyć również drgań sinusoidalnie naprzemiennych [9].

PODSUMOWANIE

Stosowanie stymulacji bodźcami wibracyjnymi wpływa korzystnie na kształtowanie zdolności motorycznych człowieka, aczkolwiek może spowodować utratę aktywności odruchowej. Drgania stochastyczne mają pozytywny wpływ na zmienność motoryki u pacjentów neurologicznych, co stwarza ogromny potencjał zwiększenia skuteczności programu usprawniania z powodu mimowolnej aktywacji mięśniowej i wyuczenia optymalnie stopniowanych wzorców aktywacji mięśniowej. Co więcej, bodźce wibracyjne mogą umożliwić poprawę procesów koordynacyjnych w celu wykonania płynnego, pewnego i w najkrótszym czasie ruchu wymaganego podczas rywalizacji sportowej lub czynności życia codziennego.

Bodźce wibracyjne wydają się korzystnie wpływać na zdolności motoryczne, nie powodując objawów niepożądanych na stan zdrowia i powinny być częściej stosowane w fizjoterapii jako uzupełnienie w działaniu skojarzonym.

Omówione mechanizmy fizjologiczne reakcji motorycznych w następstwie stosowania bodźców wibracyjnych nadal nie są wystarczająco wyjaśnione lub naukowo udowodnione.

Wymagane są dalsze badania oceniające skuteczność bodźców wibracyjnych na zdolności motoryczne człowieka z uwzględnieniem większej liczby uczestników, oddziaływania terapeutycznego w dłuższym okresie oraz systematycznych przeglądów literatury.

Piśmiennictwo

1. Haas CT, Turbanski S, Schmidtbleicher D. Wie gezielte Unordnung im Training für Ordnung in der Bewegung sorgt: zufällige Schwingungen wirken auf Muskel- und Nervenzellen ein. *Forschung Frankfurt*. 2006;4:19-25.
2. Haas CT. Vibrationstraining, Biomechanische Stimulation und Stochastische Resonanz Therapie. *pt_Zeitschrift für Physiotherapeuten*. 2008;60:728-89.
3. Horn E, Horn I. *Vergleichende Sinnesphysiologie*. Fischer. Stuttgart 1982
4. <https://www.anatomyatlases.org/MicroscopicAnatomy/Section06/Plate06124.shtml> (data dostępu: 26.07.2019)
5. Longsraff A. Układy czuciowe (somatosensoryczne). In: Longsraff A. *Neurobiologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa. 2002:139-142.
6. Willis WD Jr, Westlund KN. The role of the dorsal column pathway in visceral nociception. *Curr Pain Headache Rep*. 2001;5(1):20-26.
7. Ehsani H, Mohler J, Marlinski V, Rashedi E, Toosizadeh N. The influence of mechanical vibration on local and central balance control. *J Biomech*. 2018;71: 59-66.
8. De Nunzio AM, Yavuz US, Martinez-Valdes E, Farina D, Falla D. Electro-tactile stimulation of the posterior neck induces body anteropulsion during upright stance. *Exp Brain Res*. 2018;236(5):1471-1478.
9. Haas CT, Turbanski S, Kaiser I, Schmidtbleicher D. Biomechanische und physiologische Effekte mechanischer Schwingungsreize beim Menschen. *Dtsch Z Sportmed*. 2004;55(2):34-43.
10. Griffin MJ. *Handbook of human vibration*. Academic Press. San Diego 1996.
11. <http://www.fizjoinformator.pl/body-in-space-czyli-priopropcepcja> (autor: Emilia Kurowska, data dostępu: 26.07.2019).
12. Żebrowska K, Wit A, Wychowański M. Zastosowanie wibracji mechanicznych w rehabilitacji. *Post Rehab*. 2008;22(4):48-53.
13. Linkenkaer-Hansen K, Nikulin VV, Palva JM et al. Stimulus-induced change in long-range temporal correlations and scaling behaviour of sensorimotor oscillations. *Eur J Neurosci*. 2004;19(1):203-211.
14. Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O et al. Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(3):399-403.
15. Herren K, Rogan S, Hilfiker R i wsp. Vibrationen mit therapeutisch interessanten Effekten. *Physioactive*. 2009;5:39-44.
16. Burkhardt A. Wippen mit Wirkung. *Vibrationstraining in der Physiotherapie*. *Physiopraxis*. 2006;4(9):22-25.
17. Gurfinkel VS, Levik Yu S, Kazzenikov OV et al. Locomotor like movements evoked by leg muscle vibration in humans. *Eur J Neurosci*. 1998;10(5):1608-1612.
18. Gammaitoni L, Hänggi P, Jung P et al. Stochastic Resonance. *Rev Mod Physics*. 1998;70(1):224-287.
19. Tougaard J. Signal detection theory, detectability and stochastic resonance effects. *Biol Cybern*. 2002;87(2):79-90.
20. Haas CT. Stochastic Resonance Training in Treatment of Neuropathy and Neuropathic Pain. *Der Schmerz*. 2006;4:354-356.
21. Schmidtbleicher D, Haas CT, Turbanski S. *Vibration Training in Rehabilitation*. *Proceedings of the 23th ISBS Congress*. Beijing. 2005:71-79.
22. Kaut O, Becker B, Schneider Ch et al. Stochastic resonance therapy induces increased movement-related caudate nucleus activity. *J Rehabil Med*. 2016;48(9): 815-818.
23. Lamprecht S, Lamprecht H. *Neuroreha bei Multipler Sklerose: Therapie - Sport - Selbsthilf*. Georg Thieme Verlag. Stuttgart 2008.
24. Haas CT, Schmidtbleicher D. Training und Therapie: Zu den Effekten von Vibrationen und Stochastischer Resonanz in Training und Therapie. *Medical Sports Network*. 2007;2:50-51.
25. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;79(4):306-311.
26. Bosco C, Colli R, Intorini E et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol*. 1999;19(2):183-187.
27. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*. 2000, 81(6):449-454.
28. Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci*. 1994;12(6):561-566.
29. Schlumberger A, Salin D, Schmidtbleicher D. *Krafttraining unter Vibrationseinwirkung*. Sportverl Sportschad. 2001;15:1-7.
30. Samuelson B, Jorfeldt L, Ahlborg B. Influence of vibration on endurance of maximal isometric contractions. *Clin Physiol*. 1989;9(1):21-25.
31. Jordan M, Norris S, Herzog W et al. The acute effects of whole-body vibration on specific neural and mechanical properties of muscle during maximal isometric knee extension. *Proceedings of 8th annual congress of ECSS*. 2003: 379.
32. de Ruiter CJ, van der Linden RM i wsp. Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *Eur J App Physiol*. 2003;88(4-5):472-475.
33. Sarabon N, Haas C, Wirth K et al. Explosiv isometric contraction after low frequency whole-body vibrations (WBV): acute impairment of neuromechanical parameters. *Abstract Book: 3rd International Conference on Strength Training 2002*.

34. Künnemeyer J, Schmidbleicher D. Beeinflussung der Reaktivität durch die rhythmische neuromuskuläre Stimulation (RNS). Sportverl Sportschad. 1997; 11:39-42.
35. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O et al. The influence of whole body vibration on jumping performance. Biol. Sport. 1998;15:157-164.
36. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after wholebody vibration compared with resistance training. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(6): 1033-1041.
37. Steyvers M, Verschueren MP, Levin O et al. Proprioceptive control of cyclical bimanual forearm movements across different movement frequencies as revealed by means of tendon vibration. Exp Brain Res. 2001;140(3):326-334.
38. Diekmann D. Einfluß horizontaler mechanische Schwingungen auf den Menschen. Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie. 1958;17: 83-100.

Pracę nadesłano: 30.10.2019

Zaakceptowano: 18.11.2019

ADRES DO KORESPONDENCJI:

Mateusz Bartczyk

Klinika Rehabilitacji i Medycyny Fizykalnej UM

Pl. Hallera 1

90-647 Łódź

tel.: +48 42 63 93 064

e-mail: mateusz.bartczyk@o2.pl

ORCID i wkład autorów w pracę:

0000-0001-7466-9186 – Mateusz Bartczyk (A, B, C, D, E, F)

0000-0003-2884-2229 – Marta Woldańska-Okońska (D, E)

0000-0001-7941-4246 – Andrzej Suchanowski (C, D)

A – Koncepcja i projekt badawczy, B – Gromadzenie i / lub gromadzenie danych,

C – Analiza i interpretacja danych, D – Pisanie artykułu, E – Krytyczna rewizja artykułu

F – Ostateczne zatwierdzenie artykułu

Informacja prasowa

VIOFOR - PIERWSZY, NIEFARMAKOLOGICZNY WYRÓB MEDYCZNY, O UDOKUMENTOWANYM KLINICZNIE WPŁYWIE NA WZMOCNIENIE ODPORNOŚCI

Mechanizm działania. Immunokorekcyjny wpływ następuje poprzez pobudzenie procesu grasiczozależnego dojrzewania limfocytów T regulacyjnych i uzupełnienie niedoborów tej populacji komórkowej w układzie odpornościowym, a także poprzez obniżenie stężenia czynników prozapalnych (interleukina 1beta, IL-1 β)

i wzrost czynników przeciwzapalnych (interleukina 10, IL-10), poprawiając obronną sprawność układu odpornościowego.

Czynnikiem terapeutycznym jest impulsowe pole magnetyczne niskiej częstotliwości i niskiej indukcji, o kształcie sygnałów tworzących wielowierzchołkowe widmo częstotliwości w systemie JPS.

Tematem, który inspirował wykonanie oceny klinicznej w zakresie działania wzmacniającego układ odpornościowy były apele Ministra Zdrowia i Komisji Europejskiej (rok 2020) o zintensyfikowanie poszukiwań metod leczenia bezpośredniego lub pośredniego pacjentów chorujących na COVID-19.

W badaniach oceniono: • wpływ wolnozmiennego pola magnetycznego w zaburzeń odpornościowych u dzieci z nawracającymi infekcjami dróg oddechowych; praca kliniczna • wpływ magnetostymulacji na immunokorekcyjne funkcje układu odpornościowego u pacjentów z oparzeniami termicznymi; praca kliniczna • badania *in vitro* – ocena aktywności izolowanych z krwi limfocytów T regulacyjnych oraz poziomu stężenia cytokin przeciwzapalnych i prozapalnych • wpływ magnetostymulacji na proces wydzielania melatoniny.

Wszystkie badania przeprowadzono z użyciem wyrobu Viofor JPS System, produkcji Med & Life Sp. z o.o.

Badania prowadzono w różnych okresach czasowych. Oceniano wpływ magnetostymulacji Viofor JPS na immunoregulacyjne funkcje systemu odpornościowego i ich wpływ na wartości parametrów immunologicznych.

Badania immunologiczne obejmowały następujące parametry: stężenie cytokin prozapalnych, stężenie cytokin przeciwzapalnych i immunoregulacyjnych, oraz parametry kompetencji immunologicznej limfocytów T (liczbę i poziom aktywności limfocytów T regulacyjnych), aktywność immunogenną monocytów i wybranych cytokin, poziom melatoniny po zabiegach.

Oceniano również częstość i przebieg zachorowań, zapotrzebowanie na antybiotyki oraz poziom wydatków na leki.

Wyniki: Viofor jest pierwszym, nefarmakologicznym wyrobem medycznym o udokumentowanym klinicznie wpływie na wzmocnienie odporności.

Pole magnetyczne magnetostymulacji Viofor pobudza proces grasiczozależnego dojrzewania limfocytów T, a także wpływa na obniżenie stężenia czynników prozapalnych (interleukina 1beta, IL-1 β) i wzrost czynników przeciwzapalnych (interleukina 10, IL-10), poprawiając obronną sprawność układu odpornościowego. Istotnym potwierdzeniem immunokorekcyjnego mechanizmu magnetostymulacji Viofor JPS jest immunotropowe oddziaływanie nie tylko *in vivo* w odniesieniu do całego organizmu, ale także *in vitro* w odniesieniu do izolowanych z krwi komórek odpornościowych. Pole magnetyczne magnetostymulacji Viofor wywiera immuno-korekcyjny wpływ poprawiając obronne funkcje systemu immunologicznego i w ten sposób wspomagając funkcjonowanie układu odpornościowego.

Kluczowe znaczenie dla naturalnej odporności ma proces wydzielania melatoniny, która działa immunomodulująco, wpływając na produkcję cytokin, czy pobudzając komórki immunokompetentne do wydzielania opioidów.

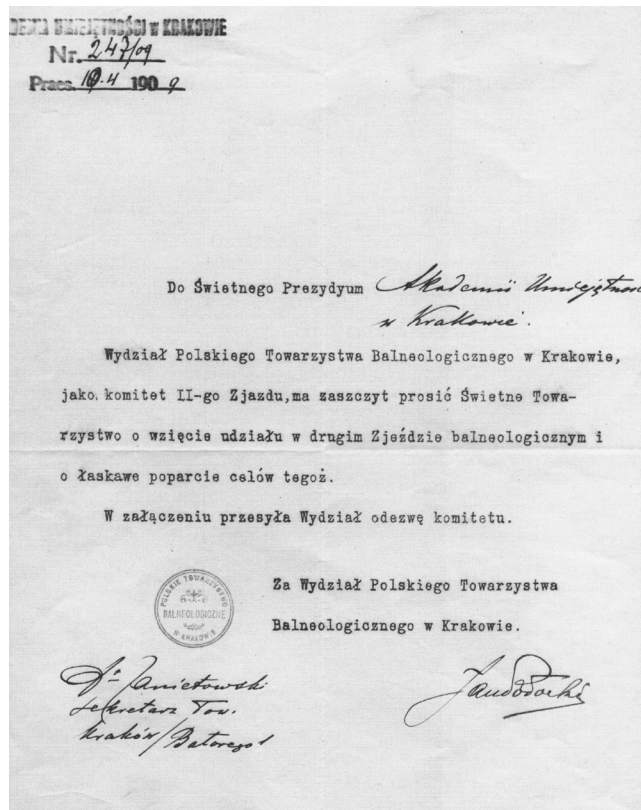
Jej rolę można porównać do „buforu immunologicznego”, który pobudza procesy odpornościowe, zwłaszcza w stanach ich zaburzenia, np. w wyniku infekcji, immunosupresji, stresu czy zaawansowanego wieku, ale również je hamuje w przypadku nadmiernej aktywacji układu odpornościowego (co ma miejsce w ciężkich infekcjach Covid-19)).

Zabiegi magnetostymulacji Viofor JPS nie zaburzają cykli dobowych związanych z nocnym wydzielaniem melatoniny.

W badaniach próbek krwi zdrowych endokrynologicznie pacjentów nie odnotowano zaburzeń wydzielania melatoniny w surowicy krwi.

(www.medandlife.com)

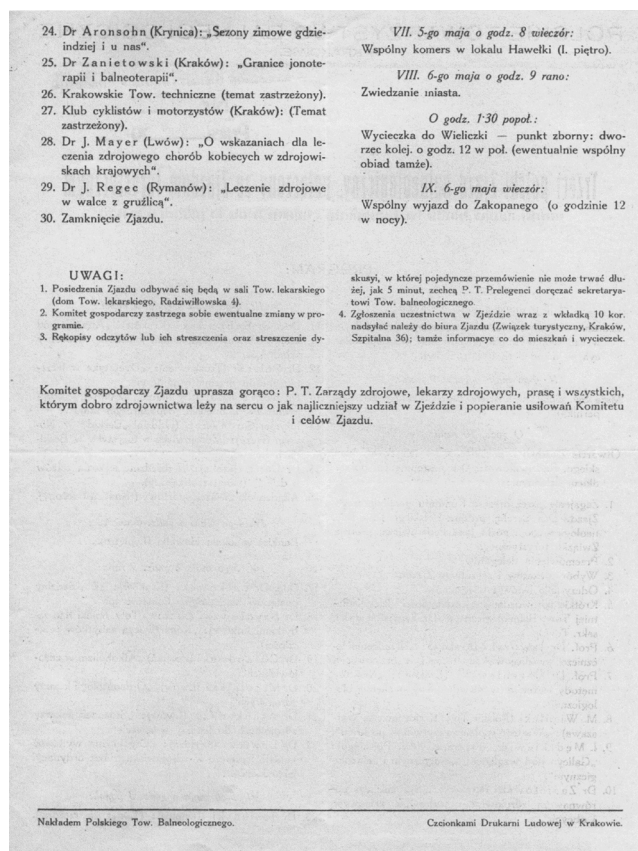
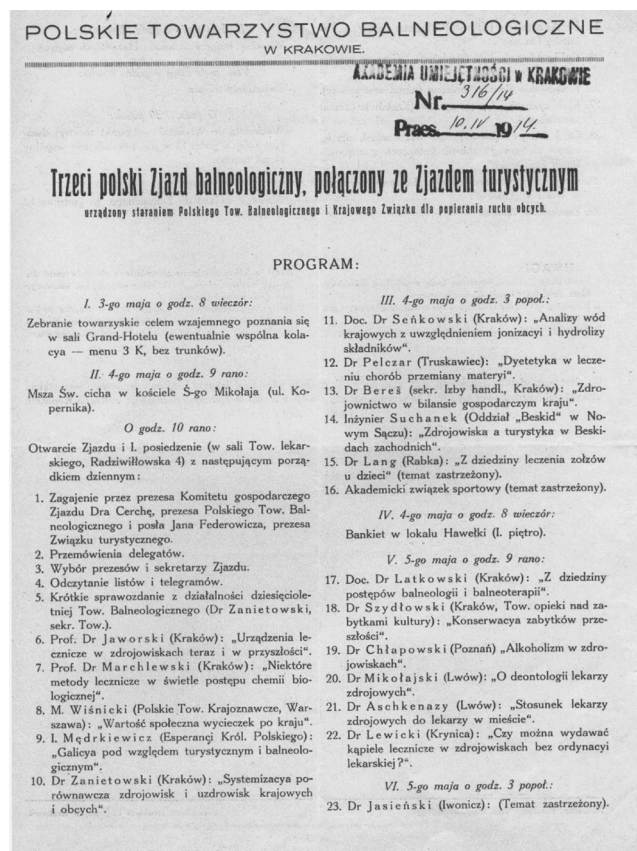
Tradycje Polskiego Towarzystwa Balneologii



Przedstawiam informacje o zjazdach Polskiego Towarzystwa Balneologicznego w latach 1909 i 1914, w poszanowaniu tego co zrobiło tamto pokolenie. Niech ich działalność będzie wzorem do naśladowania dla obecnych i służy promocji balneologii i medycyny fizykalnej we współczesnej medycynie.

Słowa wdzięczności i wiecznej pamięci dla osób, które tworzyły Polskie Towarzystwo Balneologiczne przed 115 laty.

prof. dr Włodzisław Kuliński



For Authors

1. "Acta Balneologica" is a quarterly Journal. Original studies, review papers as well as case reports are published.
2. The publication of the manuscript in "Acta Balneologica" is paid. The cost of publishing the manuscript is PLN 750,00 plus 23% VAT (for foreign authors: 150€). If the first author of the manuscript is a member of the Editorial Board or a team of journal reviewers, we do not charge a fee for printing the manuscript, and if she or he is the next co-author – the fee is PLN 500,00 plus 23% VAT. The publisher issues invoices. The fee should be paid after receiving positive reviews, and before publishing the manuscript.
3. Articles in English are preferred. The editors can help in finding the right person for translation or proofreading.
4. Papers should be sent to the editor via the editorial panel (Editorial System), available on the journal's website at <https://www.actabalneologica.eu>. In order to submit an article, free registration in the system is necessary. After registration, the author should follow the instructions on the computer screen.
5. All editorial work is under control and using the editorial panel. This applies in particular to sending manuscripts, correspondence between the editor and author and the review process. In special cases, the editor may agree to contact outside the panel, especially in case of technical problems.
6. Acceptable formats for individual elements of the article are as follows:
 - A) Content of the article – doc, docx, rtf, odt.
 - B) Tables – doc, docx, rtf, odt
 - C) Figures – JPG, GIF, TIF, PNG with a resolution of at least 300 dpi
 - D) Captions for figures and tables.These elements are sent to the editor separately using the editorial panel. References and article metadata such as titles, keywords, abstracts etc. are supplemented by the author manually in the editorial panel in appropriate places.
7. The volume of original papers – including figures and references – must not exceed 21 600 characters (12 pages of typescript), and review papers – up to 28 800 characters (16 pages).
8. The original manuscript should have the following structure: Introduction, Aims, Material and methods, Results, Discussion and Conclusions which cannot be a summary of the manuscript.
9. When using abbreviations, it is necessary to provide the full wording at the first time they are used.
10. In experimental manuscripts in which studies on humans or animals have been carried out, as well as in clinical studies, information about obtaining the consent of the Ethics Committee should be included.
11. The Editorial Board follow the principles contained in the Helsinki Declaration as well as in the Interdisciplinary Principles and Guidelines for the Use of Animals in Research, Testing and Education, published by the New York Academy of Sciences Ad Hoc Committee on Animal Research. All papers relating to animals or humans must comply with ethical principles set out by the Ethics Committee.
12. The abstract should contain 150-250 words. Abstracts of original, both clinical and experimental, papers should have the following structure: Aims, Material and methods, Results, Conclusions. Do not use abbreviations in the title or the abstract. The abstract is pasted or rewritten by the authors into the appropriate field in the application form in the editorial panel.
13. Keywords (3-5) should be given according to MeSH (Medical Subject Headings Index Medicus catalogs: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>). Keywords cannot be a repetition of the title of the manuscript.
14. Illustrative material may be black and white or color photographs, clearly contrasting or drawings carefully made on a white background. With the exception of selected issues, the Journal is printed in shades of gray (black and white illustrations).
15. The content of the figures, if present (e.g. on the charts), should also be in English.
16. Links to all tables and figures (round brackets) as well as references (square brackets) the author must place in the text of the article.
17. Only references to which the author refers in the text should be included in the list of references ordered by citation. There should be no more than 30 items in original papers and no more than 40 items in review papers. Each item should contain: last names of all authors, first letters of first names, the title of the manuscript, the abbreviation of the journal title (according to Index Medicus), year, number, start and end page. For book items, please provide: author's (authors') last name, first letter of the first name, chapter title, book title, publisher, place and year of publication. It is allowed to cite websites with the URL and date of use of the article, and if possible the last names of the authors. Each literature item should have a reference in the text of the manuscript placed in square brackets, e.g. [1], [3-6]. Items should be organized as presented in Annex 1 to these Regulations.
18. When submitting the article to the editor, the author encloses a statement signed by all authors, in which they confirm that the work was not published or submitted for publication in another journal and that they take full responsibility for its content. The statement must provide any information that may indicate a conflict of interest, such as:
 1. Financial dependencies (employment, paid expertise, consulting, ownership of shares, fees).
 2. Personal dependencies.
 3. Academic and other competition that may affect the substantive side of the work
 4. Sponsorship of all or part of the research at the stage of design, collection, analysis and interpretation of data, or report writing. This statement can be downloaded from the editorial panel.
19. The authors in the editorial panel define their contribution to the formation of scientific work according to the following key:
A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article.
20. In the editorial panel along with the affiliation, the author also gives her or his ORCID number.
21. The Journal is reviewed in double, blind review mode. The submitted papers are evaluated by two independent reviewers and then qualified for publishing by the Editor-in-Chief. Reviews are anonymous. The authors receive critical reviews with a request to correct the manuscript or with a decision not to qualify it for publishing. The procedure for reviewing articles is in line with the recommendations of the Ministry of Science and Higher Education contained in the paper "Good practices in review procedures in science" (Warsaw 2011). Detailed rules for dealing with improper publishing practices are in line with COPE guidelines. The publishing review rules are in the Review Rules section.
22. Each manuscript is subject to verification in the anti-plagiarism system.
23. Manuscripts are sent for the author's approval. The author's corrections should be sent within the time limit indicated in the system. No response within the given deadline is tantamount to the author's acceptance of the submitted material. In special cases, it is possible to set dates individually.
24. Acceptance of the manuscript for publishing means the transfer of copyright to the Aluna Publishing House (Aluna Anna Łuczyńska, NIP 5251624918).
25. Articles published on-line and available in open access are published under Creative Common Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) allowing to download articles and share them with others as long as they credit the authors and the publisher, but without permission to change them in any way or use them commercially.
26. The authors receive a free PDF of the issue in which their manuscript is enclosed, and on request – a printed copy. The printed copy is sent to the address indicated by the authors as the correspondence address.
27. Manuscripts not concordant with the above instructions will be returned to be corrected.
28. The editors do not return papers which have not been commissioned.
29. The editors take no responsibility for the contents of the advertisements.